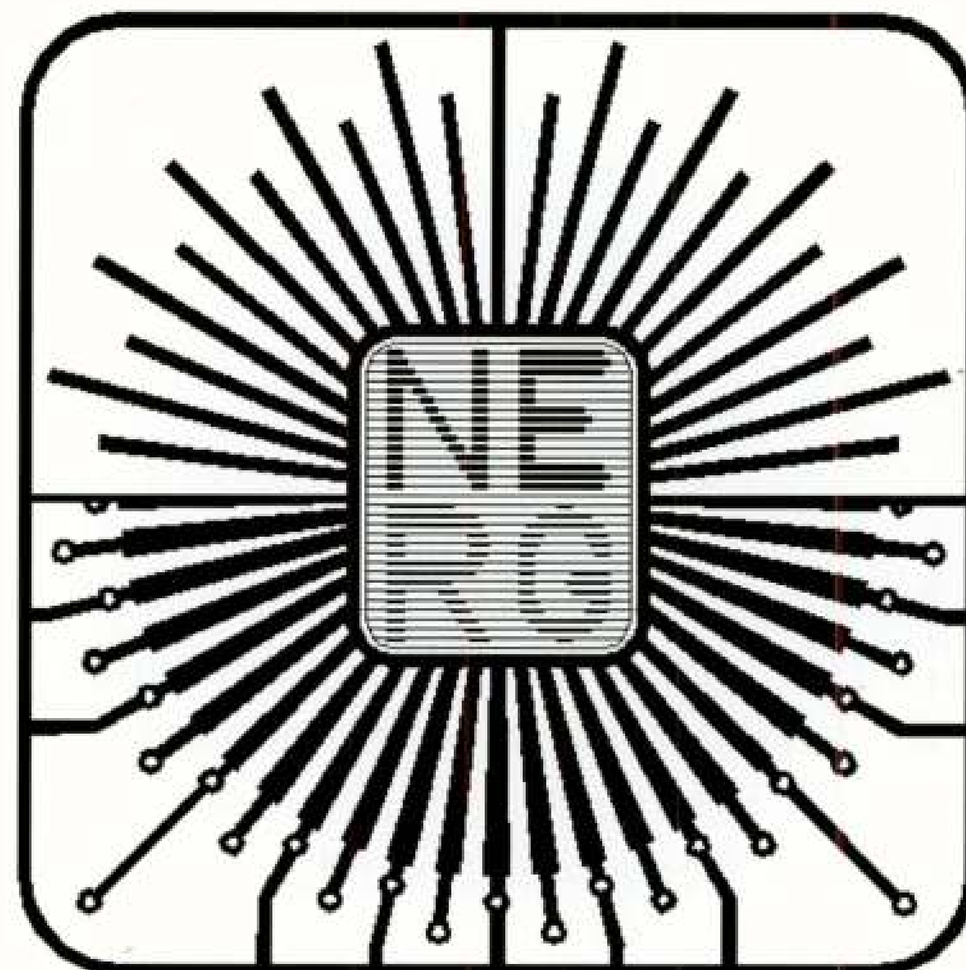


Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

deel 64 nummer 3 1999

INHOUD

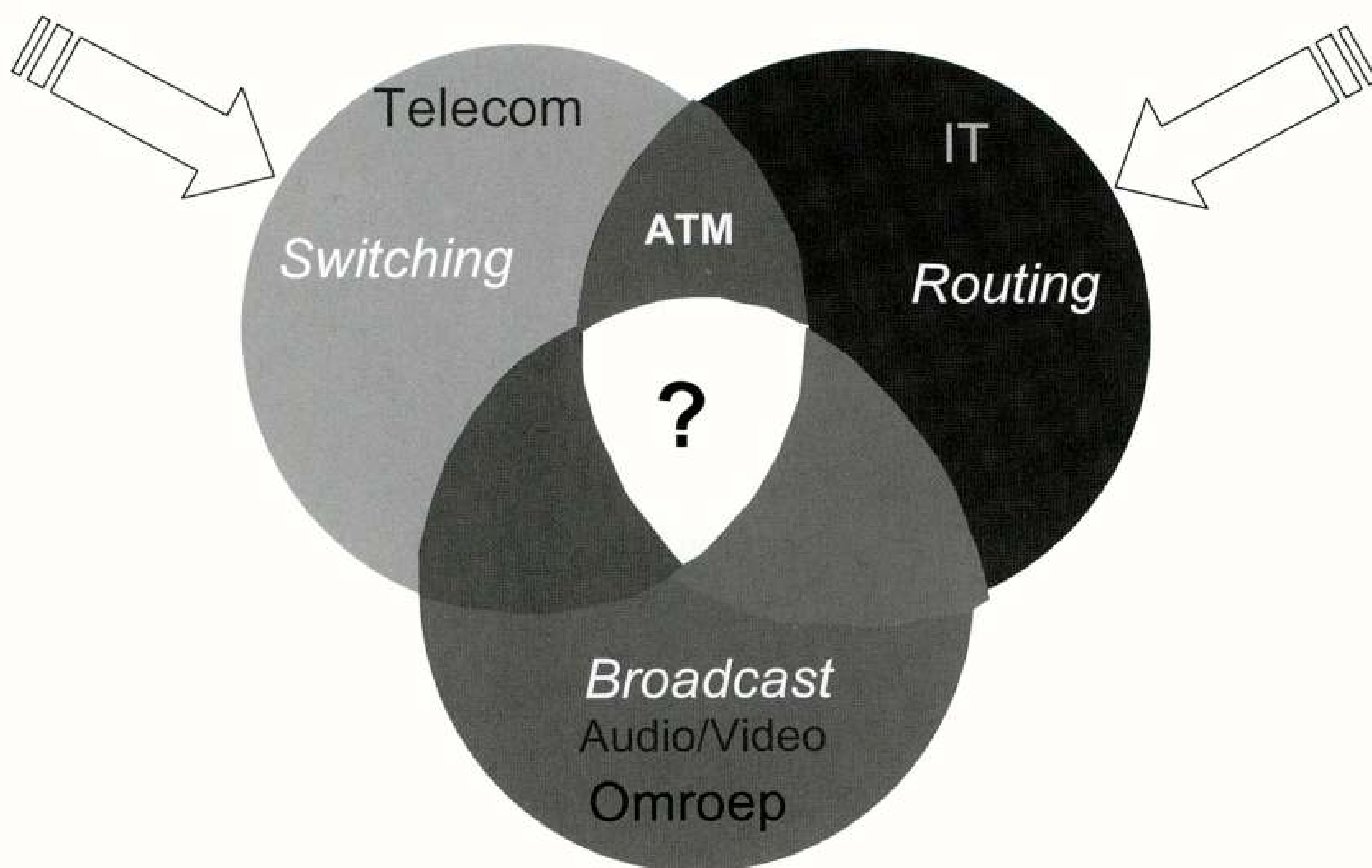
NERG/PTO Themabij eenkomst
"Telecommunicatie na 2000: Switching or Routing?"
20 mei 1999
Vredenburg Utrecht

Op donderdag 20 mei werd de inmiddels traditionele NERG/PTO themabijeenkomst gehouden met dit keer als onderwerp "Telecommunicatie na 2000: Switching or Routing?". Het antwoord op deze vraag is uiteraard niet eenvoudig, vandaar de studiedag.

Centraal stond de vraag of de routing techniek, ontstaan en massaal toegepast in de laatste decennia van deze eeuw, voldoende geschikt is om als basis te dienen voor alle huidige en toekomstige diensten of dat de switching techniek, ontstaan in het begin van deze eeuw in sommige gevallen een betere basis blijft voor sommige diensten.
Om dit moment houden daarom vele telecommunicatie deskundigen zich bezig met de vraag wordt het switching of routing, ATM of IP, circuit- of pakketgeschakeld, telefonie of Voice over IP enzovoorts.

Door de technologische groei zijn er vele mogelijkheden om nieuwe diensten en netwerken te realiseren. Hierdoor ontstaan steeds nieuwe diensten op basis van combinaties van technieken uit voorheen gescheiden werelden. In het verleden was door de aard van de signalen en de toepassingen sprake van een duidelijke driedeling in omroep, telefonie en data. Door de verdergaande digitalisering, groeiende processing power worden de verschillen kleiner en kunnen eenvoudiger combinaties gemaakt worden.
Er is sprake van convergentie van deze drie werelden.

Internet heeft stormenderhand de wereld veroverd en wordt meer een meer de drager van alle diensten of die nu oorspronkelijk uit de data wereld komen of uit de telefonie wereld of de omroepwereld. Op een krachtige multimedia PC kan men nu via het internet data opzoeken, met een anderen telefoneren en radio luisteren en videoclips bekijken. Zelfs het bekijken van video's is al mogelijk, mits de bandbreedte op het hele traject tussen bron en ontvanger voldoende is.



Het hierbij toegepaste Internet Protocol (IP) is daarbij de drager. Het lijkt daarmee het antwoord te geven op de vraag in de titel. Er zijn echter voor een brede algemene toepassing van IP als drager voor alle diensten nog een aantal openstaande vragen. Een belangrijke component daarbij is de geleverde kwaliteit van de diensten, die in de verschillende werelden duidelijk anders zijn. Een van de vragen is daarmee zullen in de toekomst nieuwe kwaliteitsnormen worden geaccepteerd of zullen er nieuwe technologische oplossingen komen gebaseerd op combinaties van technieken uit de verschillende werelden.

De dag werd georganiseerd door het NERG in samenwerking met PT Opleidingen van de Hogeschool Utrecht en was net zoals vorig jaar zeer goed bezocht met ongeveer 170 deelnemers. De locatie was uiteraard gelegen nabij het station in Utrecht, dit maal in het muziekcentrum Vredenburg. De organisatie was er ook dit keer weer in geslaagd om een aantal zwaargewichten int de (internationale) telecommunicatiewereld een presentatie te laten verzorgen. Het belangrijkste onderwerp van de dag waar vrijwel alle sprekers op in haakten was de sterke toename van het dataverkeer en hoe daarmee om te gaan in de toekomst. Verder liep de mogelijke integratie van spraak in het datanetwerk (zoals bijvoorbeeld *voice-over-IP)* als een rode draad door de dag.

De eerste spreker van de dag, Prof. drs. Theun Bruins verbonden aan KPN Research, begon de dag welhaast filosofisch met de vraag in hoeverre telecommunicatie deterministisch (voorspelbaar) dan wel non-deterministisch (chaotisch) is. Beide kunnen uiteindelijk een gewenst resultaat geven. Als voorbeeld noemde Bruins de ontwikkeling van twee succesvolle besturingsprogramma's namelijk Windows NT en LINUX. Windows NT is ontwikkeld binnen een goed georganiseerd bedrijf volgens een vooraf gedefinieerd plan (dus nogal deterministisch), terwijl LINUX op een open en nogal chaotische wijze is ontwikkeld op het internet. Waarschijnlijk het beste voorbeeld van een non-deterministisch netwerk is wel dit internet, dat voor veel gebruikers een regelrechte doolhof is. Ook de wijze waarop een verzonden E-mail bericht op een totaal ondoorzichtige manier via allerlei omwegen over het netwerk kan reizen is hier een goed voorbeeld van.

De tweede spreker van de dag, Ing. Kees Neven van CISCO Systems Nederland haakte in op een fenomeen dat we in de nabije toekomst vaker zullen zien, namelijk spraakcommunicatie via het datanetwerk, ofwel voice-over-IP (IP = Internet Protocol). Vanwaar komt die behoefte om spraak en data te integreren, zult U zich waarschijnlijk afvragen. Het antwoord is simpel: geld. Het dataverkeer zal in de komende jaren explosief groeien, o.a. door de groei in het gebruik van internet. Dit betekent dat het IP protocol dominant wordt. Verder worden compressietechnieken voor spraak ieder jaar verder verbeterd. Op dit moment is compressie van spraak met een factor 10 al mogelijk zonder significant verlies van de kwaliteit van het spraaksignaal. Ook neemt de beschikbare bandbreedte van het Wide-Area-Network (WAN) explosief toe door het toepassen van nieuwe technologieën. Dit alles zal uiteindelijk een integratie van spraak in het datanetwerk mogelijk maken. Een gevolg hiervan zal zijn dat de kosten van spraakcommunicatie drastisch verlaagd kunnen worden. Een belangrijke voorwaarde hierbij is wel dat het datanetwerk een gegarandeerde kwaliteit van spraakcommunicatie moet kunnen leveren. In vakjargon noemt men dit QoS (Quality of Service). Met het huidige internet is dit nog niet te realiseren, met name omdat de vertragingstijden van de verstuurde informatie erg lang zijn (700 msec). Aansluitend aan de presentatie van Ing. Neven was er een demonstratie van Voice-over-IP, waarbij alle deelnemers van de studiedag de geluidskwaliteit zelf kon testen.

Na de koffiepauze was het de beurt aan Frederic Thepot om namens ATM Forum een enthousiast verhaal te geven over de onuitputtelijke mogelijkheden van ATM (=Asynchronous Transfer Mode). ATM maakt gebruik van pakketjes data met een vaste grootte en kan gebruikt worden voor real-time applicaties De doelstelling van het ATM Forum is "Accelarate the deployment of ATM products and services through rapid convergence on specifications and promotion of industry co-operation". Volgens Thepot zullen ATM en IP in de toekomst samen toegepast gaan worden. En niet, zoals door sommigen beweerd wordt, elkaar gaan beconcurreren. Nu al wordt 70% van alle internet verkeer over ATM netwerken verstuurd. Thepot vindt dan ook dat ATM de ideale infrastructuur is voor IP-gebaseerde diensten.

Ir Gerben Joustra van Siemens Nederland ging verder in op de integratie van de traditionele telefonie in het datanetwerk. Ook hij ziet dit in de nabije toekomst werkelijkheid worden, waarbij ATM en IP beide een sleutelrol zullen gaan vervullen. Zeker als binnen een aantal jaren een nieuwe versie

van het IP protocol (IPv6) op de markt zal komen. Op dit moment wordt versie 4 nog gebruikt (IPv4), die uit het begin van de jaren tachtig stamt. Met IPv6 zal met name de routing een stuk sneller worden.

De laatste spreker van de dag, Ir. Paul 't Hoen, Vice-President Strategy van Lucent Technologies, wil nog een stapje verder gaan dan de andere sprekers. Volgens hem zullen de reeks van doorbraken die we de afgelopen jaren gezien hebben op technologie-gebied (bijv. Optica, Silicium IC's, Packet technologie) leiden tot een convergentie in alle vormen en diensten van telecommunicatie; alles wordt digitaal, alles wordt één vorm van datatransport. Alle telecommunicatiediensten zullen via één infrastructuur worden geleverd. Dit betekent dus ook datatransport met de betrouwbaarheid van spraak. Als afsluiting van zijn betoog maakte 't Hoen de opmerking dat niet de technici, maar de gebruikers uiteindelijk zullen bepalen wat er precies gaat gebeuren.

De NERG/PTO dag werd afgesloten met een demonstratie van "Snelnet" door Pier Tholen van het NOB. Snelnet is een ADSL proef opgezet door KPN, NOB en SURFNET. Het project is uitgevoerd onder 1000 proefpersonen in Amsterdam. Iedere gebruiker heeft 2 Mbit/sec aan communicatie tot zijn beschikking voor allerlei diensten, zoals bijvoorbeeld het (real-time) bekijken en beluisteren van videoclips uit de Nederlandse Top-40.

De bijgaande artikelen in dit nummer zijn een weerslag van de hoogstaande presentaties op deze dag en wij laten het aan de lezer over om op basis van de artikelen een conclusie te trekken over de vraag hoe telecommunicatie na 2000 er uit zal zien.

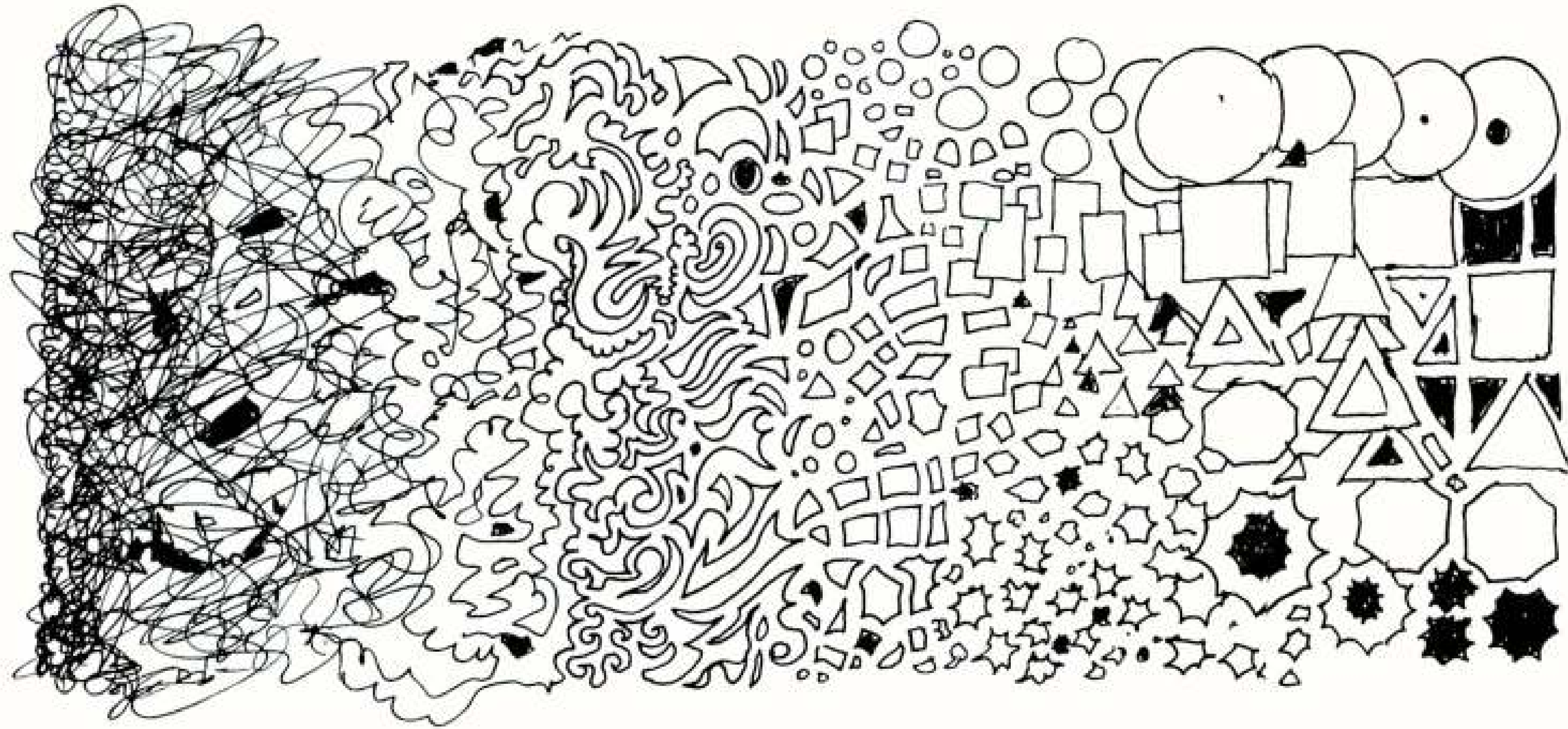
Wim van der Bijl
Dagvoorzitter

Bart Smolders
Tijdschriftmanager

Met dank aan het organisatie comité bestaande Gerard van der Schouw, Jaap van der Rhee, Maarten van Veen.

DETERMINISME EN NON-DETERMINISME IN EEN COMPLEXE ICT-WERELD

Prof. Theun Bruins



De snelle en nogal chaotisch aandoende ontwikkelingsgang van het Internet en de onstuitbare opmars van het world wide web, hebben wel wat weg van de ontstaansgeschiedenis van een orkaan met de bekende 'NIES' op de juiste "plek en tijd" om de zaak in beweging te brengen.
Ook de doorbraak van het Internet ontstond na een geleidelijke voorbereiding van de benodigde condities waarbij onder andere de prijs-/prestatieverbetering in pc's en workstations een belangrijke rol speelde. Daarnaast was er de relatief eenvoudige internet protocol stack met als basis het connectionless IP-protocol en verder was er natuurlijk sprake van een steeds sterker wordende Amerikaanse IT-industrie, die van meet af aan wat wantrouwend was geweest ten aanzien van de vooral in Europa ondersteunde ontwikkeling van de OSI protocol stack. De balans sloeg door toen in 1993 de eerste op hyperlinking en plaatjes georiënteerde web-services werden gelanceerd.
Eén van de belangrijkste aspecten waaraan echter wel eens voorbij wordt gegaan, was de cultuur van het internet-wereldje. Gekenmerkt door uitspraken als **'we don't believe in kings, presidents and voting, but we do believe in rude consensus and running code'**, en bemand door ICT-georiënteerde researchers en hackers, ontstond een situatie die gevoelig was voor kleine vernieuwingen. Ook de ontwikkeling van het Linux operating systeem verliep een beetje op deze manier (zie de kathedraal en de bazaar - www.opensource.nl).

In dit niet al te serieus te nemen betoog over determinisme en non-determinisme in een complexe ICT-wereld is het aardig om zo'n jaar of tien terug te gaan naar een Japans leerboek over datanetwerken. Een van de prentjes (figuur 1) stelt een boom voor,

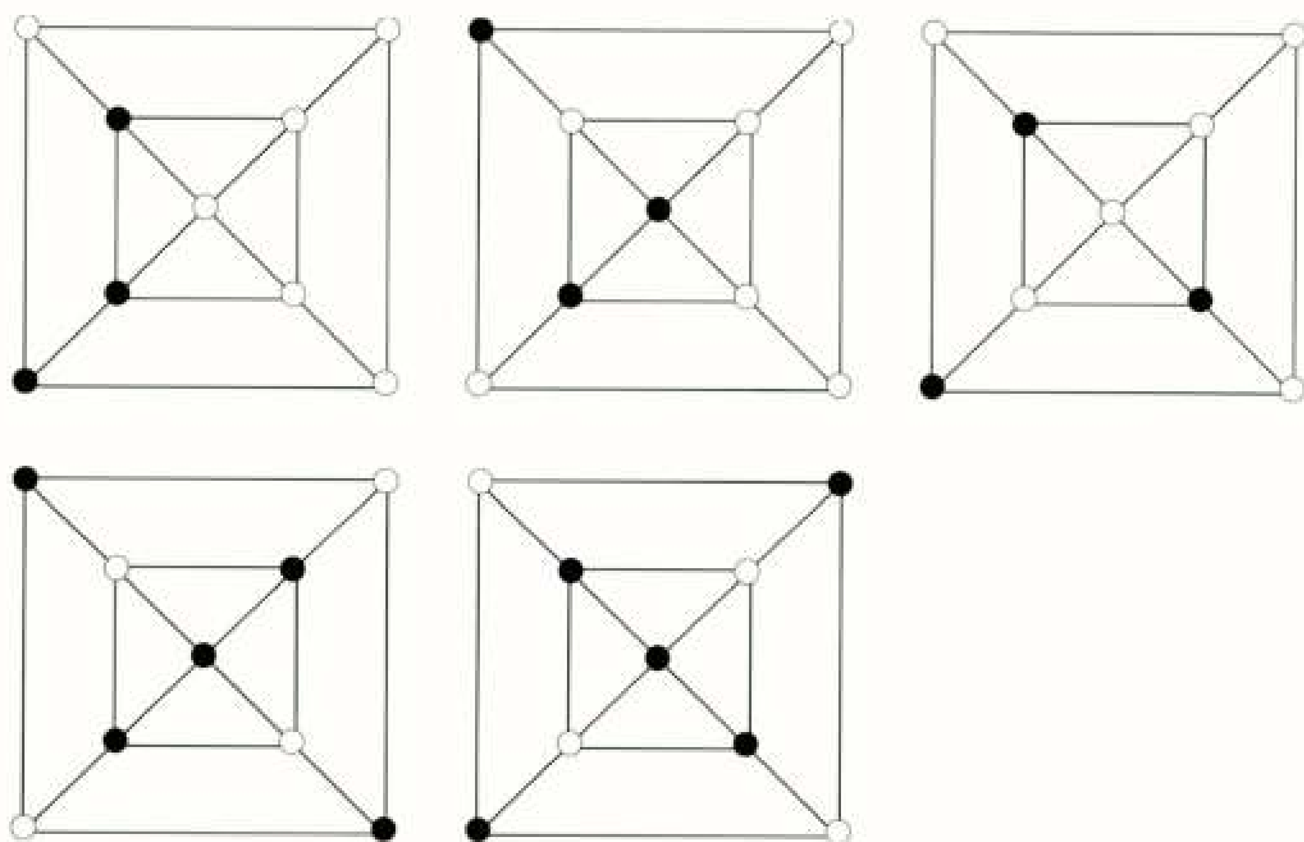


Figuur 1

enigszins vergelijkbaar met de dikwijls bij dit onderwerp gehanteerde figuren van een zandloper of een wijnglas maar veel geschikter als metafoor voor de grote hoeveelheid aan datacommunicatie protocollen.
De grote diversiteit aan applicatieprotocollen worden er in voorgesteld als het rijke bladerdak en de eveneens zeer gevarieerde verzameling transmissie technieken zien we terug als het bijna even omvangrijke wortelstelsel. De betrekkelijke rust op netwerk en transport niveau werd erin weergegeven met behulp van een eenvoudige smalle stam.
Overigens zien we, afgezien van de voor de meesten van ons niet interpreteerbare Japanse trefwoorden, ook nog heel wat bekende afkortingen, w.o. het populaire TCP/IP-protocol, dat zoals ik wel durf te stellen toch de basis vormt van het internet.
Een grappige bijkomstigheid bij de keuze van dit plaatje is de grilligheid van de vorm van de bladeren en de wortels, een grilligheid die, bij liefhebbers althans, doet denken aan de bekende fractels van Julia en Mandelbrot.
Geïnspireerd door schrijvers als Prigogine, Lovelock, Capra en Levy, leek het me aardig het determinisme en non-determinisme in de ICT te situeren in het grensgebied van chaos en orde.
Om te beginnen is het handig enkele definities van stal te halen.
Volgens Van Dale is Determinisme: **"de leer die de vrijheid van de wil ontkent".**
In de meer bèta georiënteerde definities vinden we: **"Aan de hand van begincondities geheel voorspelbaar gedrag".**
Het zal u niet verbazen dat we voor ons netwerkenverhaal gebruik maken van deze tweede definitie, met de kanttekening dat we de begrippen ruw zullen hanteren, d.w.z. in termen van deterministisch "van aard" versus non-deterministisch "van aard".
Voor de zuiver deterministische wetenschapsbeoefening moeten we terug naar wetenschappers als Laplace of Newton.
Het non-determinisme deed pas echt opgang bij de opkomst van bijvoorbeeld de kwantum mechanica.
In zijn oratie (ref.1) over lerende machines introduceerde P. Adriaans deze begrippen.
Hij laat hierin een mier op deterministische wijze (de mier loopt spiraals-gewijs van buiten naar binnen) zijn weg zoeken naar een op te sporen suikerkorrel en een andere mier maar wat non-deterministisch aanrommelen op zoek naar z'n suikerkorrel (de mier loopt volkomen willekeurig over het vlak, waarbij hij zijn eerder gekozen weg regelmatig kruist). Een derde mier echter, begint zijn zoektocht vrij non-deterministisch, maar dit keer hebben we te maken met een "lerende" mier, die keurig onthoudt waar hij al eerder geweest is waardoor z'n zoektoch allengs deterministischer van aard wordt.
Op deze manier bekeken, is ook het innovatief gebeuren van de mensheid eigelijk een vrij non deterministisch proces geweest met (zelf)lerende systemen.
Immers, zeer veel belangrijke uitvindingen kwamen vrij onverwacht tot stand. De batterij, de transistor, penicelline, ..., allemaal vondsten die min of meer onbedoeld zijn gedaan, tijdens een zoektocht naar wat anders of zomaar "toevallig".
In een later stadium werden deze uitvindingen geoperationaliseerd en verbeterd, waarmee het allemaal een wat deterministischer karakter kreeg.

Terug naar ons onderwerp "de netwerken" is het goed zich rekenschap te geven van de grote en vrij fundamentele verschillen tussen de twee belangrijkste netwerksoorten.
Afgezien van de voorlopig nog vrij passieve TV kabelnetwerken gaat het om twee, mondiaal opererende netwerken, het openbare telefoonnet en het internet.
De ICT-sector, die een fusie heet te zijn van de informatica en de telecommunicatie, kan gezien worden als zo'n broedplaats.
Zonder de informatica nou direct als chaotisch te willen kenschetsen kan toch wel gezegd worden dat er sprake is van enig non-determinisme.
Mainframes met een meantime between failure van een half uur wanhopig, foutzoekende PC-bezitters, niet compatibele systemen en lawines van nieuwe releases, afschrijftermijnen van enkele jaren en gecompliceerde en dikwijls onlogische gebruikers-interfaces zijn toch wel de typische kenmerken van de computerindustrie.
De telecommunicatiediscipline, is met z'n veel langere ontstaansgeschiedenis al veel beter tot rust gekomen. Veel van de rust is echter verklaarbaar uit de consciëntieuse karakter van de uit de ingenieurswereld voortkomende telecommunicatie ingenieurs waarbij alles gekenmerkt wordt door robuustheid, continuïteit en schaalbaarheid.
Een ander aspect van de zaak is gelegen in het feit dat de computerindustrie volledig werd geregeerd vanuit een vrije markteconomie en (met excuses aan de economen) deze heeft ontegenzeggelijk iets onvoorspelbaars, "non-deterministisch" derhalve.
De telecom-industrie floreerde daarentegen in het wereldje van de nationale monopolies, als gevolg waarvan er toch zeker sprake was van een zekere (deterministische) voorspelbaarheid.
Voor ons "speelse" betoog is het aardig om dit spanningsveld tussen orde en chaos en in het bijzonder determinisme en non-determinisme te zien als broedplaats voor onverwachte interessante nieuwe "complexe" systemen.

Vooraleer we naar eventueel deterministische verschijnselen danwel non-deterministische verschijnselen gaan kijken, keren we even terug naar één van de al genoemde schrijvers, te weten "Fritjof Capra" met zijn boek:
"The Web of Life" (ref. 2).
In dit boek schrijft hij **"whenever we encounter living system-organisations, parts of organisations or communities of organisations, we can observe that their components are always arranged in a netwerk fashion"**
En.....
"Whenever we look at life, we look at networks".
Capra heeft hierbij niet aan telefoon- of internetten gedacht maar het is verleidelijk om nog even met zijn betoog door te gaan.
In het bijzonder met de door hem geciteerde theorieën van Kauffman over stabiele en instabiele netwerken gevormd door onderling doorverbonden knooppunten die gekenmerkt worden door twee statussen, te weten de ON-status (cirkeltje dicht) en de OFF-status (cirkeltje open).
Een knooppunt gaat in de volgende fase naar een "ON"-status indien tenminste twee van z'n ermee verbonden buren in een "ON"-toestand verkeren, en gaat naar een "OFF"-toestand in alle andere gevallen.



Figuur 2

De hier geschetste figuren (figuur 2), die sterk doen denken aan de figuren van het bekende "life game" van zo'n jaar of tien geleden, zijn kleinschalig en vertonen al gauw een stabiel of een pulserend patroon, maar bij grote aantallen knopen en diversiteit aan doorverbindingen, zien we stabiele en chaotisch aandoende deelgebieden ontstaan, afhankelijk, zo stelt Kauffman, van het gemiddeld aantal doorverbindingen per knoop.
In de grensgebieden zouden zich interessante, nieuwe patronen kunnen ontwikkelen, de z.g. complexe systemen.

Dit uitstapje naar Kauffman heeft natuurlijk weinig of niets met onze datanetwerken te maken, maar met een beetje goede wil zien we een grappige overeenkomst met de soms wat chaotische toestanden op het internet. Wellicht ook, dat we onze netwerk architecturen nog eens op deze manier kunnen optimaliseren.

Het internet dankt zijn succes vooral aan twee services (met protocols), te weten de connectionless IP-protocol service en het van hyperlinking gebruikmakende World Wide Web.
Uit mijn eigen deelname aan het OSI-standaardisatie proces herinner ik mij de verhitte discussies tussen de connectie georiënteerde en de connectieloze vakmensen. Het zal u niet verbazen dat de voorstanders van de connectie-georiënteerde overdracht vooral telecommunicatie mensen waren en de voorstanders van de connectieloze overdracht vooral computer mensen.
De argumenten waren eenvoudig deze: Het connectionless protocol zou een onvoorspelbare service opleveren, waardoor geen kwaliteit meer gegarandeerd zou kunnen worden, versus:,"ach wat kwaliteit, de meeste data-diensten stellen heus niet van die hoge eisen en bovendien is er sprake van een veel flexibelere benutting van het vermaasde net, mede waardoor zichzelf herstellende storingsituaties tot de mogelijkheden behoorden. "
Juist dit zelfherstellend vermogen van de connectionless protocol/service combinatie heeft bijgedragen tot het IP succes alhoewel het zonder meer waar is dat de op IP gebaseerde netwerk service in de praktijk geen kwaliteitsonderhandeling kent.
Diegene die wel eens geprobeerd heeft over het internet te telefoneren weet dat met name de doorlooptijd van IP-pakketten niet altijd even goed in de hand te houden is.
Eenieder die wel eens het traceroute or tracert commando heeft gebruikt, kent de wonderlijke reizen die IP-pakketten soms maken om op hun bestemming te geraken.
In een uitdraai van zo'n routeringsverzoek zien we dat een internetverbinding tussen KPN Research en Deutsche Telekom verloopt via, via, via, via, via.
In figuur 3 ziet u dat de IP-pakketten o.a. eerst naar SurfNet gaan om vervolgens de oceaan over te steken, om dan weer terug te reizen naar Duitsland.
Een verdere onzekerheid in de overtocht van ons IP-pakket is gelegen in de mogelijke reis over andersoortige netwerken, zoals frame relay, X.25 of SNA. De IP-pakketten worden dan nog wel eens ingepakt in een ander soort protocol, bijvoorbeeld HDLC om vervolgens nog eens te worden ingepakt door 'n importe welk ander protocol.

```
                              xxx.txt

Tracing route to www.dtag.de [194.25.0.129]
over a maximum of 30 hops:
                                                                    1
   <10 ms   <10 ms   <10 ms  cis001.research.kpn.com [139.63.64 .200]
                                                                   2-
   <10 ms    10 ms    10 ms  lsdm01.research.kpn.com [139.63.16 .1]
                                                                    3
    10 ms     *      <10 ms  kerberos.research.kpn.com [139.63. 160.11]
                                                                    4
    10 ms    30 ms    20 ms  lsdm04.research.kpn.com [139.63.14 4.4]
                                                                    5
    30 ms    40 ms    20 ms  AR1.DenHaag.surf.net [145.41.132.9 7]
                                                                    6
    20 ms    10 ms    20 ms  BR1.Delft.surf.net [145.41.7.249]      7
    10 ms    40 ms    30 ms  BR7.Amsterdam.surf.net [145.41.7.2 18]
                                                                    8
    20 ms    60 ms    50 ms  BR2.Amsterdam.surf.net [145.41.7.1 46]
                                                                    9
    90 ms   110 ms   101 ms  BR2.NewYork.surf.net [145.41.7.110 ]
                                                                   10
    90 ms   100 ms   100 ms  gin-nyy-core1.Teleglobe.net [207.4 5.196.
                                                                   11
    80 ms   101 ms    90 ms  gin-nyy-bb4.Teleglobe.net [207.45. 222.6]
                                                                   12
   110 ms   100 ms   131 ms  gin-spn-bb1.Teleglobe.net [207.45. 223.6]
                                                                   13
   110 ms   110 ms   100 ms  Penns-gw1.USA.net.DTAG.DE [192.157 .69.17]
                                                                   14
   101 ms   120 ms   120 ms  NYC-gw1.USA.net.DTAG.DE [62.156.13 1.145]
                                                                   15
   170 ms   191 ms   190 ms  HH-gw12.HH.net.DTAG.DE [62.156.131 .141]
                                                                   16
   200 ms   190 ms   201 ms  HH-gw13.HH.net.DTAG.DE [62.156.140 .70]
                                                                   17
   190 ms   190 ms   181 ms  H-gw13.H.net.DTAG.DE [62.156.131.4 1]
                                                                   18
   190 ms   180 ms   201 ms  DO-gw13.DO.net.DTAG.DE [62.156.131 .54]
                                                                   19
   190 ms   201 ms   180 ms  DO-gw2.DO.net.DTAG.DE [62.156.140. 74]
                                                                   20
   201 ms   210 ms   200 ms  MES-gw1.MES.net.DTAG.DE [62.156.13 8.158]
                                                                   21
   201 ms   200 ms   210 ms  91055-gw.MES.net.DTAG.DE [194.25.1 0.110]
                                                                   22
     *        *        *     Request timed out.                    23
     *        *        *     Request timed out.                    24
     *        *        *     Request timed out.                    25
```

Figuur 3

Dikwijls ook worden de IP pakketten onderweg in kleine stukjes gehakt (gefragmenteerd) om elders weer aan elkaar geplakt te worden. Nog een obstakel voor de reizende data is de firewall, de cache, de proxy of gateway computer. De interrupt handling en de in- en uitpakkerij van al dit soort systemen geeft zeer veel onvoorspelbaarheid.

Het, in principe op connecties gebaseerde ATM, doet dit aanzienlijk beter maar we moeten ons ook weer realiseren dat bijvoorbeeld de doorlooptijd of reistijd van onze data er voor heel veel datadiensten niet zo heel veel toe doet. Voor telefonie is dat natuurlijk wel het geval evenals voor diverse tijdkritische diensten als gokken, bieden, beeldtelefonie, procescontrol e.d. maar voor e-mail, nieuws, web of radio doet het er niet zo toe.

Hoe het zij, nieuwe hybride technieken dienen zich aan waarbij allerlei ATM-IP combinaties (als MPLS) zullen zorgen voor een gedifferentieerde kwaliteit met variabele packet lengtes.

Het is wellicht aardig om in dit verband nog even te wijzen op het feit dat ook in een strikt connectie georiënteerde wereld de verbindingsopbouw zelf connectionless plaatsvindt.

Een grappig voorbeeld van een stelling, dat veel, zo niet alle deterministische processen vooraf worden gegaan door een niet of minder deterministisch begin en dat lijkt niet zomaar te rijmen met de tweede wet van de thermodynamica.

Ook het andere succesnummer van het internet vertoont non-deterministische trekjes.

We hebben allemaal wel eens vergeefs over het web gedwaald op zoek naar een onderwerp, naam of adres. Verouderde en soms lege websites blijven voortbestaan en nieuwe websites zijn niet altijd te vinden.

Hoe intelligent de zoekmachines als Yahou of Alta Vista ook zijn, het zoekproces blijft voorlopig althans, een onzekere zaak voor de gebruiker.

Wat een verschil met het keurige eenduidige telefoonboek uit de telefoonwereld.

Het aardige van het web is echter, dat het soms dingen of informatie oplevert waar je helemaal niet naar op zoek was. Het is net een rommelmarkt waar je, op zoek naar een horloge met een stoel vandaan gaat.

Toch bestaat ook hier de behoefte aan wat meer determinisme.

De internationale standaardisatie van de z.g. objectbroker architectuur (CORBA), de door Microsoft gesteunde ontwikkeling van dCOM en de SUN(ISO-SC22)-ontwikkeling van JAVA, leiden tot plaatselijke ordening en verbetering van de zoekkansen.

Ook de uit de telecommunicatie afkomstige X.500 directory service/protocol standaard is nog steeds levend, zij het in de vereenvoudigde vorm van LDAP.

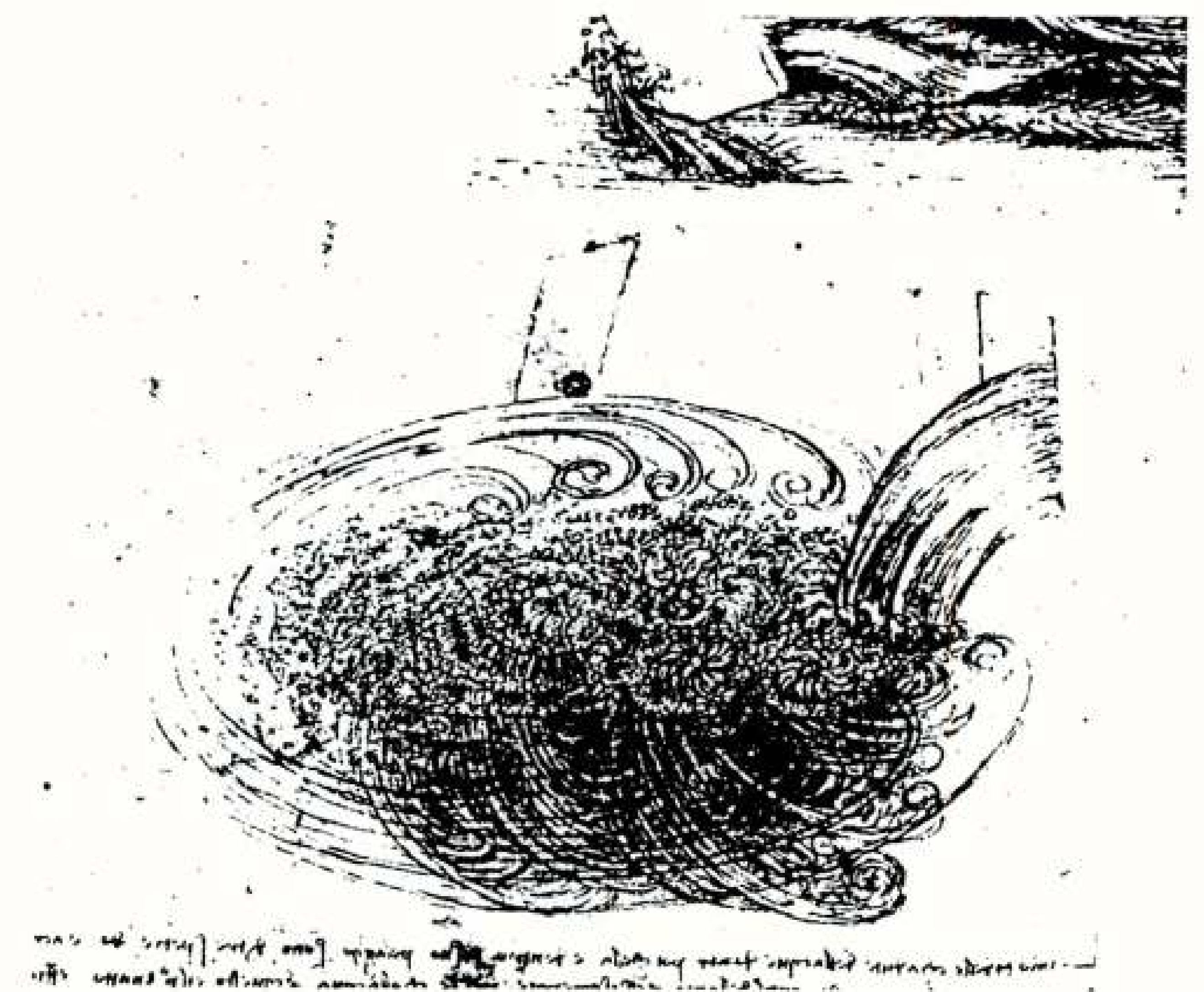
Ook hier zien we in het grensgebied van determinisme en non-determinisme interessante ontwikkelingen ontstaan of zoals R.J. Briscoe in zijn artikel "Distributed objects on the web " (ref. 3) het stelt: **"We are going to a non-deterministic World Wide Web with islands of CORBA, Com Java or others of a more deterministic nature".**

Naast deze twee aardige voorbeelden zijn er in het netwerkwereldje nog tal van andere meer of minder determinische voorbeelden te ontdekken.

De hele strijd tussen de circuitswitchers en de packetswitchers was er eigenlijk een van determinisme versus non-determinisme. Ook het spanningsveld tussen asynchroon en synchroon zit in die hoek, met bijvoorbeeld het vrij non-determinische start-stop protocol (nog steeds het meest gebruikte protocol tussen de home PC en de server) tegenover het wat meer deterministische synchrone X.21. In de LAN wereld hebben de Slotted-of Tokenring netten een veel deterministischer karakter dan het populair Ethernet (CSMA/CD), hoewel..., van de hele collision detect methodiek weinig meer over is in switched (Giga) ethernet.

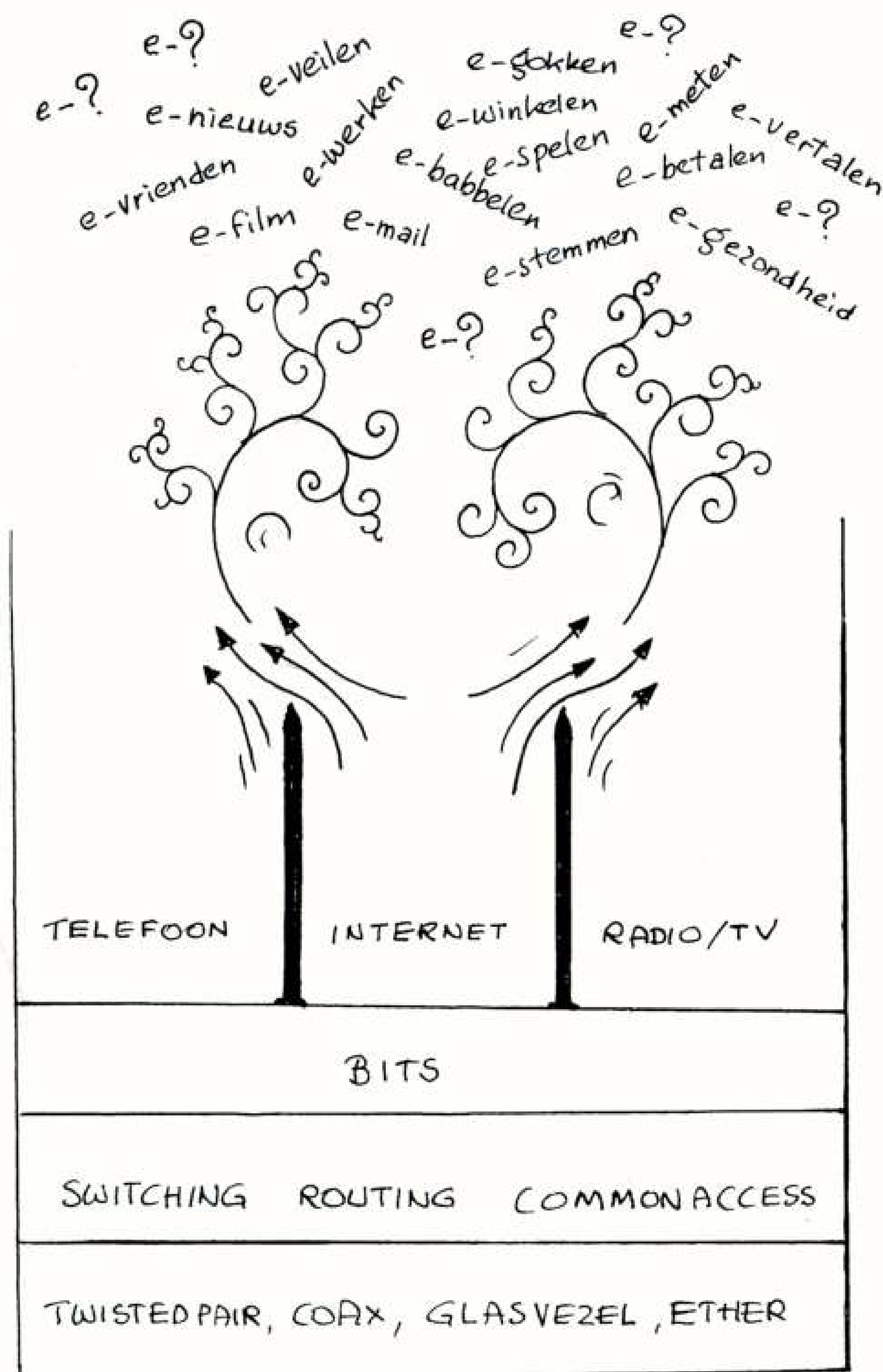
Het fascinerende CDMA, waarbij alle partijen tezelfdertijd mogen praten (zenden) heeft iets non-deterministisch, meer althans dan het bekende GSM.
Maar vergist u zich niet, ook GSM is al behoorlijk hybride met het non deterministische broadcast channel en het meer determinische dedicated control channel.
We zien hierbij dat er heel veel technologische 'geloven' zijn terug te brengen op de culturen van de verschillende vakmensen zoals dat feitelijk ook al het geval was bij de discussies over "central computing" versus "distributed computing".
De tijd leert echter dat er steeds weer technieken ontstaan met onverwachte nieuwe mogelijkheden.
Het is zonder meer mogelijk om op dit stramien door te gaan.
Ook uit het dagelijks leven duiken de voorbeelden op.
Zo zouden we kapitalisme een vrij non determinisch proces kunnen noemen en de plan economie deterministisch, waarbij wat mij betreft op den duur ooit iets anders zal ontstaan waar wat meer systematiek in mag zitten.
Op dit moment doet de business in het ICT wereldje in ieder geval nogal chaotisch aan.
Zo is er een Amerikaans bedrijf dat dagelijks de fusie-en scheidingsschema's publiceert van alle ICT bedrijven (dat zijn bedrijven die iets met computers, telefonie of de media van doen hebben).
Deze schema's vertonen een verwarrend en chaotisch beeld waarbij ik het gevoel krijg dat er bij verrregaande bestudering wellicht lussen of loops te ontdekken zijn, d.w.z. situaties waarbij de dochter van de dochter van de dochter belangen neemt in het oorspronkelijke moederbedrijf.
De handel in de netwerken voor data, telefoon en TV is helemaal wild geworden.
Wat te denken bij de aankoop van ATT van de TV kabelnetten TCI en Media One voor een prijs, die neerkomt of fl 6000 per TV kabelabonnee. Hoe dat moet worden terugverdiend weet niemand nog, maar er zit wat aan te komen, dat kan haast niet anders. We zitten immers in het bekende grensgebied tussen chaos en orde en daar vinden de interessante dingen plaats.
Wat zou u trouwens denken van een handeltje in internet web adressen?
Het in 1995 legaal gekochte adres "Wallstreet.com" voor de normale registratieprijs van 200 dollar werd onlangs verkocht voor de aardige som van tien miljoen.
Over onvoorspelbaarheid gesproken. De juristen schijnen daar nu een stokje voor te hebben gestoken maar waar juristen zijn is een uitweg. Zeker op het Internet.
We kunnen zo doorgaan, bijvoorbeeld met de talrijke voorbeelden van beursnoteringen van kleine, verliesgevende ICT bedrijven, wier beurswaarde vergelijkbaar of groter is dan die van winstgevende wereldconcerns van naam en status.

Om dit, niet te serieus te nemen verhaal af te ronden leek het me aardig te rade te gaan bij de grootste innovator aller tijden "Leonardo da Vinci".
Zoals we weten bevatte da Vinci's schetsboeken een verzameling chaotisch aandoend materiaal waarin we poppetjes en fantastische figuren zien afgebeeld te midden van ontwerpen voor gereedschappen, wapentuig of vervoermiddelen.
Ook da Vinci leek te werken in het grensgebied van non determinisme en determinisme. Toevallige vondsten voortkomend uit zijn onvoorspelbare gedachtenspinsels.
Een van zijn prentjes (ref 4) vertoont het typische kenmerk van de eerder genoemde fractels, een figuur (figuur 4) die sterk doet denken aan het fascinerende stromingspatroon van snelstromend water achter een gepasseerd obstakel.



Figuur 4

Het is wellicht een aardig idee om het hele ICT gebeuren te zien als een snelstromend fenomeen waarbij we de obstakels die er lagen tussen de verschillende vakgebieden en de daarbij behorende culturen geleidelijk achter ons beginnen te laten (figuur 5).



Figuur 5

Een wervelende tele-informatie samenleving die zal leiden tot allerhande nieuwe mogelijkheden en produkten.

Het ziet er dus naar uit dat heel veel innovaties vrij non-deterministisch tot stand komen, waarna als gevolg van de menselijke hang naar orde en voorspelbaarheid de ontwikkelingen in een meer deterministisch vaarwater terecht komen, waarbij overigens steeds weer niet deterministische randverschijnselen kunnen optreden. Het is goed om dit spanningsveld te onderkennen, zeker bij de toekenning van research budgetten.

Referenties

[1]: P.W. Adriaans; Lerende machines; Oratie Universiteit van Amsterdam, 1999

[2]: F. Capra; The Web of Life Anchorbooks, 1996

[3]: R.J. Briscoe; Distributed objects on the Web. BT-technology journal, vol 15-no 2- april 1997.

[4]: L.P. Kadanoff; Roads to chaos Physics today, dec. 1983.

Over de auteur



Theun Bruins studeerde experimentele natuurkunde aan de Universiteit van Amsterdam.
Na zijn afstuderen in 1965 vertrok hij naar de CERN (Genève) waar hij zo'n tien jaar meewerkte aan de totstandkoming van de eerste hoge snelheids datanetwerken.

In 1975 trad hij in dienst van Rijkswaterstaat waar hij verantwoordelijk werd voor de bouw van het eerste Nederlandse packet netwerk en de realisatie van het nationale waterhuiskundige meetnet.
In 1985 kwam hij in dienst van de toenmalige PTT waar hij toetrad tot de beleidsadviesgroep van de centrale directie.
Thans is hij verbonden als Strategisch adviseur aan KPN Research en is sinds 1992 bijzonder hoogleraar telematica bij de faculteit WINS van de Universiteit van Amsterdam.

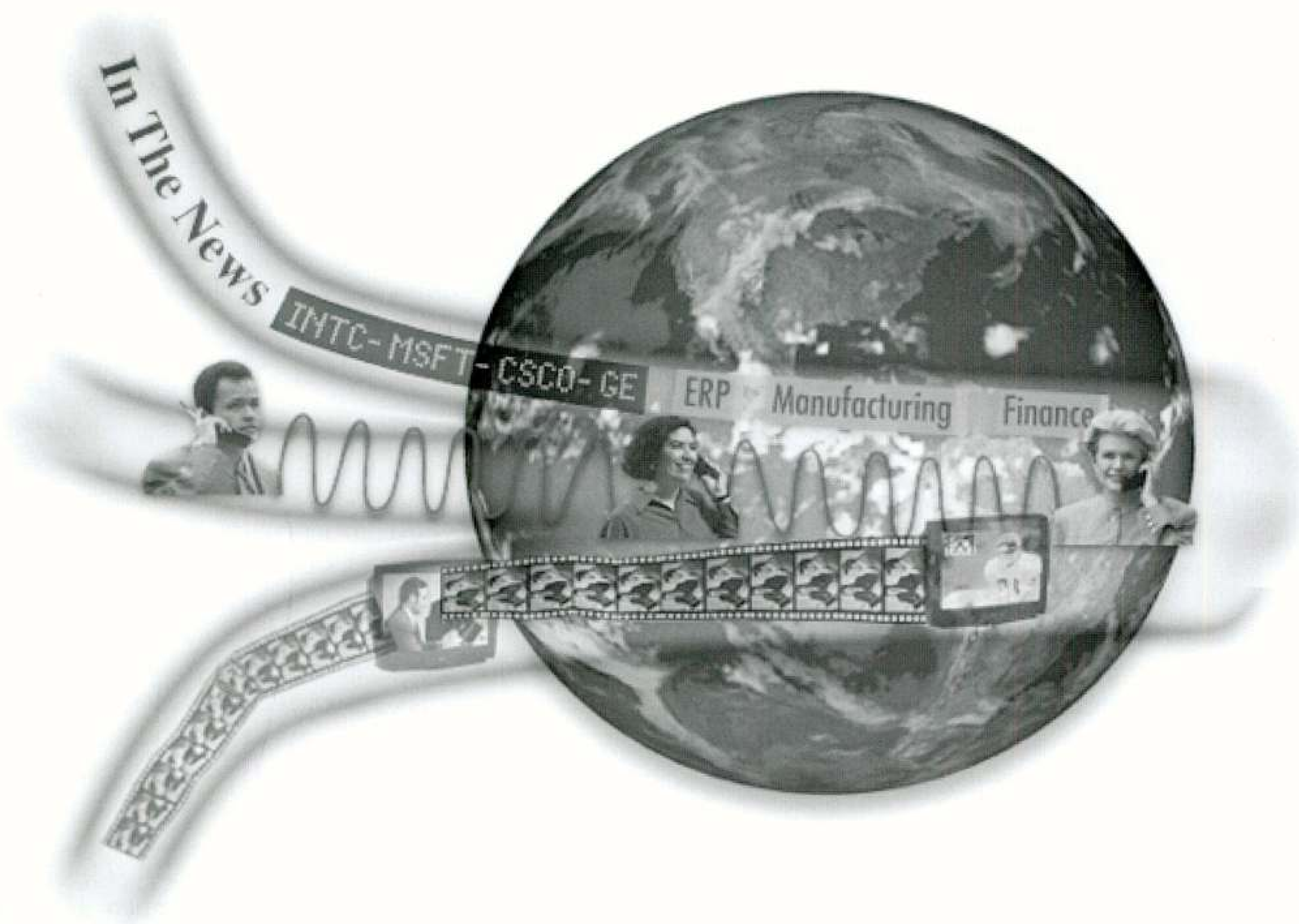
FLEXIBILITEIT DOOR DE INTEGRATIE VAN SPRAAK EN DATA OVER ÉÉN NETWERK

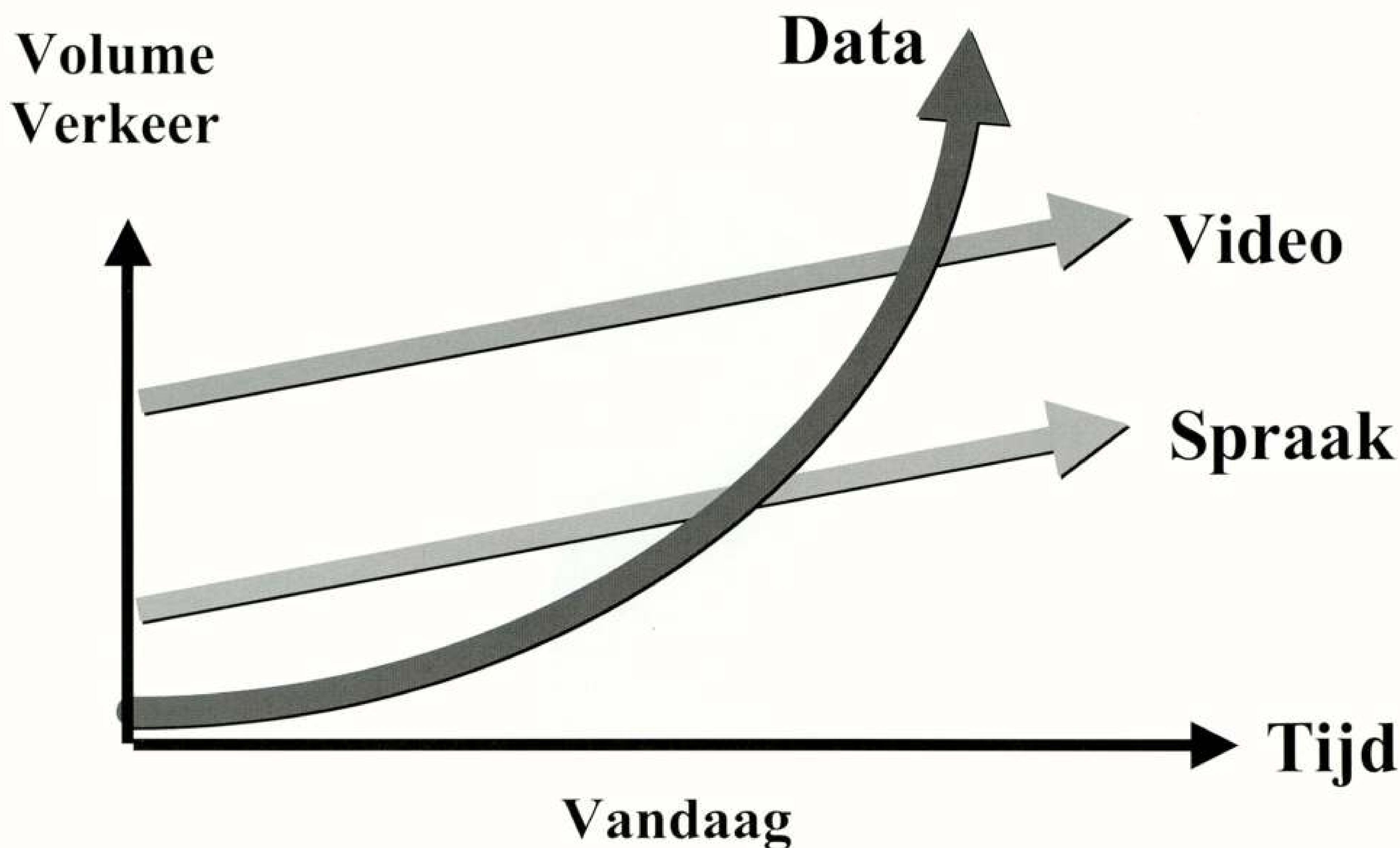
Ing. K. Neven
CISCO Systems Nederland

De verwachting is dat op korte termijn de hoeveelheid data verkeer het spraak verkeer wereldwijd zal overstijgen. Mede door het fenomeen internet is de groei van data verkeer enorm.

De laatste anderhalf tot twee jaar richt Cisco het leeuwendeel van zijn professionele aandacht op de integratie van spraak, data en video. Grondslag voor deze benadering vormt de groeicurve die data ten opzichte van voice en video gaat vertonen.

Deze omslag ziet Cisco rond het magische jaar 2000 definitief aan het licht komen. Cisco richt zich sinds 1986 al op het geheel dat meer is dan de delen: technieken en oplossingen die álle bitsstromen in netwerken probleemloos distribueren. Een analogie kan gemaakt worden met de integratie van IBM Mainframe verkeer en data netwerken. Rond het IBM Mainframe was een apart, gescheiden netwerk infrastructuur ontwikkeld dat los stond van de in het bedrijf eveneens aanwezige datanetwerk. Deze integratie heeft zich in de jaren tachtig voltrokken mede door de enorme kost voordelen op het gebied van apparatuur en onderhoud.





Spraak versus Data.

Spraak verkeer is van natura anders dan data verkeer. Spraak vereist een niet al te grote vertraging (de ITU geeft een grenswaarde aan van 150 msec), de vertraging moet constant zijn en de beschikbare bandbreedte moet constant en groot genoeg zijn. Voordat spraak informatie wordt verzonden over het netwerk zal het analoge signaal eerst worden gedigitaliseerd, vervolgens zal deze informatie in een datapakket worden verpakt om het geschikt te maken voor verzending over het netwerk. De wijze waarop de conversie plaats vindt is een belangrijke factor die de totale kwaliteit van de spraak verbinding bepaald. De plaats waar conversie plaatsvindt is ook de ideale plek om de spraak informatie te comprimeren, zodanig dat de noodzakelijke netwerk capaciteit voor een spraak verbinding met bijvoorbeeld een factor acht kan worden gereduceerd. Er zijn een reeks van compressie algoritmes inmiddels ontwikkeld. De keuze van het compressie algoritme en de wijze waarop deze wordt uitgevoerd is ook mede bepalend voor de kwaliteit van spraak.

Met andere woorden de eigenschappen van spraak verkeer moeten in een data netwerk worden gerespecteerd. De integratie van data, spraak en video berust op het gebruik van Cisco's IOS-software voor het naadloos leveren van spraak verbindingen gebruik makend van het Internet Protocol, Frame Relay of Asynchronous Transfer Mode (ATM) technology binnen multiservice (voice/data/video) netwerk-omgevingen. De ontwikkeling van het Internet Protocol gaat dusdanig snel dat de vraag gesteld kan worden of ATM nog op grote schaal wordt ingezet voor spraak en video. En dat terwijl ATM in technisch gezien een beter instrument is.

Met het uitvoeren van Cisco's strategie voor de integratie van spraak en data stapt Cisco een nieuwe wereld binnen de telecombranche. En vice versa, want de PABX-leveranciers gaan de kant van de datacommunicatie op. Cisco staat, kijkend naar de groeicurve van data, duidelijk aan de goede kant van de stijgende lijn. Wat bij een telefooncentrale gebeurt, vindt ook plaats bij de distributie van data en beeld: pakketjes informatie worden geschakeld, ongeacht of het nu data, spraak of video verkeer. Alleen moet spraak iets anders worden behandeld , om ervoor te zorgen dat de kwaliteit van een spraak verbinding gehandhaafd blijft.

Respecteren van spraak eigenschappen in een datanetwerk.

Net als bij het 'fysieke' verkeer speelt het verlenen

van voorrang een grote rol bij de doorstroming ervan. En daar komt de quality of service weer om de hoek kijken. Bij een bank verdient een financiële applicatie waarschijnlijk meer voorrang dan bijvoorbeeld , het uitwisselen van Word-documenten. Zo heeft elk netwerk zijn eigen kwaliteitseisen. De quality of service moet wel over het gehele netwerk zijn toegepast. Bij een bedrijfsnetwerk is dat veelal geen probleem, maar op het Internet is dat lastiger, omdat verschillende providers actief zijn. Dat maakt ook een deel van de spraakverwarring over IP uit. De voice-over IP (spraak wordt via het Internet Protocol getransporteerd) heeft een negatieve klank omdat de noodzakelijke kwaliteitseisen voor spraakverkeer op het Internet nog niet of nauwelijks aanwezig is De providers zullen hiervoor om moeten, want de bouwstenen zijn allemaal al aanwezig.

Voorrang verlenen betekent dat daarmee de vertraging van spraak door het netwerk binnen een bepaalde limiet blijft, ITU hanteert een grens tot 150 msec (G.114) vertraging waarbij men nog van hoge spraak kwaliteit kan spreken. maar ook het opheffen van variaties in de vertraging gedurende het gesprek moet worden opgelost. De totale vertraging moet worden bepaald om over een acceptabele vertraging (binnen de ITU grenzen) te kunnen spreken. De volgende componenten bepalen de vertraging:

- *Propagation delay:*
  Vertraging van de verbindingen tussen routers zelf

- *Queing delay:*
  Vertraging veroorzaakt door het tijdelijk opslaan van spraak verkeer in de router voor verdere afhandeling.

- Dejitter buffer:
  Vertraging veroorzaakt door een buffer in het spraak pad die de delay variatie tussen de spraak pakketten opheft.
- Serialization delay:
  De tijd die de router nodig heeft om een spraak pakket 'op de lijn' te zetten.

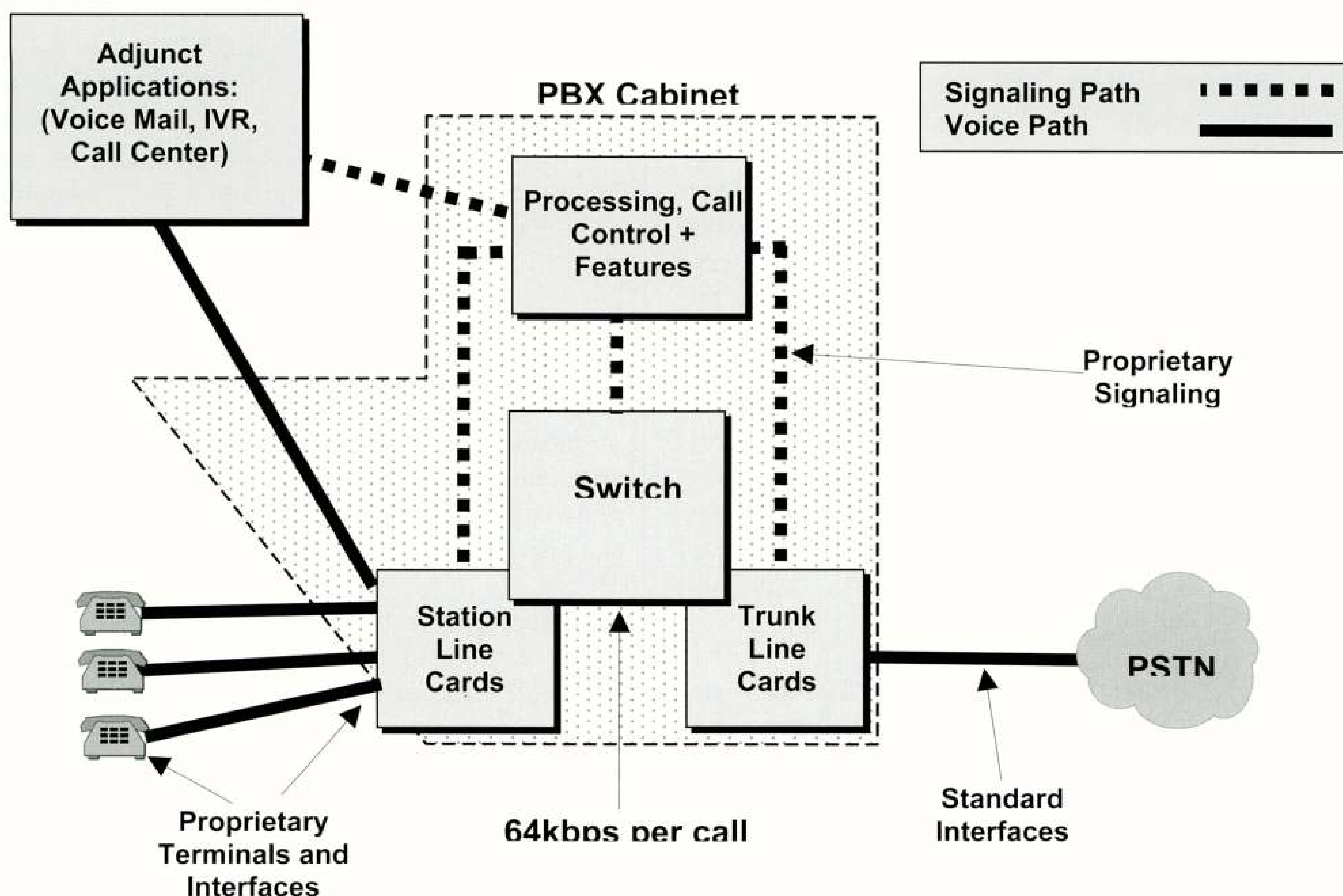
- Processing delay:
  Vertraging door de Codec (conversie tussen digitaal en analoog en compressie decompressie).

De prijs/prestatie van de compressie en decompressie chips (CODEC) heeft de laatste jaren een enorme vlucht gemaakt waarbij de inzet ervan commercieel in datanetwerken haalbaar is geworden. Mede door deze ontwikkeling staat juist nu voice-data integratie in de belangstelling (vergelijk dit met de Intel curve qua prijs prestatie verhouding).

Het koppelen van bestaande systemen en apparatuur moet een natuurlijk migratiepad bieden. De bestaande telecom apparatuur, de PABX centrale zal niet direkt worden vervangen door een voice over IP netwerk. In een nieuwe locatie kijken we bijvoorbeeld of we op spraak niet direkt over een datanetwerk kunnen schakelen.
De PABX-centrale staat er vaak al op een bepaalde locatie. Het is dan een kwestie van aansluiten op het datanetwerk, compleet met verschillende protocollen, toepassingen en toevoegingen. Die koppeling is essentieel voor een goed migratie pad omdat de PABX niet direkt van het toneel zal verdwijnen.

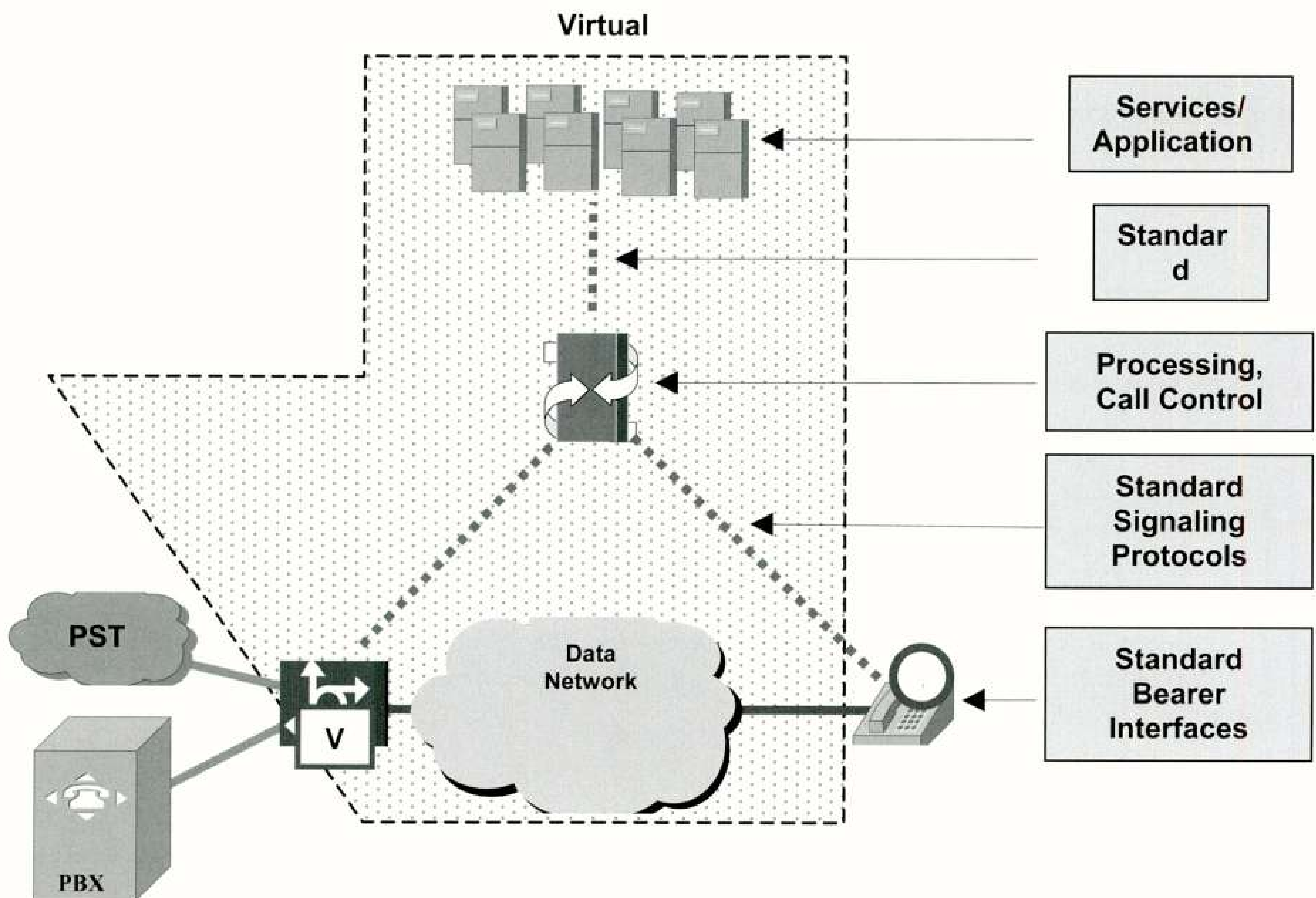
Hoe ziet een modern multiservice netwerk eruit?

De moderne PABX bestaat uit een aantal bouwstenen: lijn en trunk interfaces (telefoon, interface naar het PSTN netwerk enz.); schakel matrix en de call-control software (deze software zorgt o.a. voor het opzetten en afbreken van gesprekken, het onderhoud tevens koppelingen met de Interactive Response IVR's systemen, Call Center toepassingen (CTI), Automatic Call Distribution systemen, Billing en directory services enz.).



Het datanetwerk is de schakel matrix, het zorgt voor een betrouwbare infrastructuur waarover niet alleen data maar ook spraak kan worden getransporteerd. De interfaces zijn bijvoorbeeld de VoIP telefoons, routers die zijn uitgerust met spraak modules, gateways naar het PSTN netwerk of bestaande PABX'en (in het geval van een migratie senario).

De call-control software, in Cisco termen de Virtual Switch Controller (VSC), wordt centraal veelal redundant in het netwerk opgenomen. Deze systemen die veelal op Unix of NT zijn gebaseerd onderhouden koppelingen met de interfaces via gestandaardiseerde of als standaard aan de IETF voorgestelde signalerings protocollen zoals H.323 (V1 en V2 gestandardiseerd), SGCP, IPDC, SIP (Session Initiation Protocol) en MGCP (Media Gateway Control Protocol). MGCP zal naar verwachting in 1999 door de IETF gestandaardiseerd worden. De VSC wordt alleen ingezet op het moment dat de verbinding moet worden opgezet, gewijzigd of worden afgebroken, m.a.w. het gesprek zelf zal direkt tussen de interfaces via het datanetwerk zelf plaatsvinden (vergelijkbaar met de werking binnen een PBX). Wordt een speciale telefoon functie gebruikt (doorschakelen) dan zal de VSC worden ingeschakeld om de nieuwe bestemming te bepalen. De VSC op zijn beurt onderhoud de communicatie via standaard API's met de diverse spraak applicaties (IVR, Call Center, Voice Mail, Billing Services etc.)



Waarom is spraak data integratie zo aantrekkelijk?

De belangrijkste redenen zijn kosten besparingen en flexibiliteit.
Kosten besparingen doordat geen apart spraak netwerk meer noodzakelijk is, bovendien wordt de PABX functies uit elkaar getrokken en overgenomen door het datanetwerk waardoor ook de telefooncentrale in zijn huidige vorm overbodig wordt. De schakel functie wordt overgenomen door het datanetwerk, de intelligentie (het opzetten van een verbinding aan de hand van het gebelde nummer en geavanceerde toepassingen zoals bijvoorbeeld chef secretaresse schakelingen) worden door PC / Unix applicaties overgenomen. De telefoons hebben net als de PC een netwerk stekker en communiceert met deze intelligente applicaties voor het creëren van een verbinding. De taal die wordt gesproken is inmiddels gestandaardiseerd waardoor het een ideale voedingsbodem levert voor een snelle en brede markt acceptatie. Diverse applicatie bouwers kunnen zich richten op spraak toepassingen die geschreven zijn op basis van standaard platformen en communicatie protocollen zonder zich te bekommeren over het netwerk en de daarbij horende telefoon componenten. De flexibiliteit en schaalbaarheid komt ook tot uitdrukking bij uitbreidingen, immers telefoons kunnen eenvoudig worden toegevoegd zonder dat daarbij extra hardware in de PABX noodzakelijk is. Verhuizen naar een andere lokatie is geen probleem, de telefoon verhuist gewoon mee zonder dat daarbij een configuratie wijziging noodzakelijk is.

Voice-Data Markt

Er is een nieuwe markt aan het ontstaan. Cisco krijgt te maken met andere concurrenten, met PABX-leveranciers die vanuit de telecomhoek datacom-gericht bezig zijn. Datacommers als Cisco gaan zich ook bemoeien met spraak en krijgen dus ook op die manier met hen te maken.

De telecomwereld mist de IP-kennis, terwijl zij ook de groeicurve kent en aanvaardt als de harde realiteit. De telecomwereld heeft de technologie niet in huis en zal het dus moeten opdoen of kopen. Veel acquisities hebben inmiddels al plaatsgevonden waaronder een spraakmakend voorbeeld als het bedrijf Nortel uit de PABX-wereld, dat Bay Networks heeft overgenomen. Lucent, Nokia en Siemens geven hetzelfde beeld.

Zelf maakt Cisco geen applicaties of softwarepakketten. Wel levert het applicatiebouwers de standaard bouwstenen om optimaal met het netwerk om te gaan. Daartoe werkt het samen met diverse software leveranciers waaronder Microsoft. Cisco's partners leggen het netwerk aan, terwijl de klant bepaalt welke bitsstromen bijvoorbeeld meer bandbreedte van het netwerk mogen ontvangen

boven andere. Cisco's IOS het Internetwerk Operating Systeem geeft aan wat en mogelijk is en hoe en vormt de lijm tussen verschillende IT systemen waaronder nu ook de telefoons geschaard mogen worden.

Cisco Systems pioniert vanaf 1984 in de internetwerkindustrie. En met succes. In vijftien jaar tijd is Amerikaanse firma met als hoofdbasis San Jose (Californië) uitgegroeid tot marktleider op het gebied van netwerkoplossingen voor Internet. Met totaal ruim 15.000 werknemers en een jaaromzet (1998) van 8 miljard gulden per jaar geldt Cisco Systems aan de NASDAQ-beurs als een van de snelst groeiende bedrijven van de jaren negentig. De Nederlandse vestiging in Amsterdam groeit uiteraard mee en telt momenteel ruim driehonderd medewerkers.

Multiprotocol-router

In 1986 bracht het bedrijf zijn eerste multiprotocol-router op de markt: een apparaat dat verschillende typen computers in staat stelt via één internetwerk gezamenlijk gebruik te maken van netwerkapparatuur en -diensten. Cisco levert ook LAN- en ATM-switches, remote access-apparatuur, Internet-programmatuur, zowel voor toegang als beheer, en netwerkbeheerprogrammatuur. Het eerste Cisco-netwerk van 1.000 routers werd in 1993 in gebruik genomen. Op dit moment heeft Cisco duizenden klanten met netwerken die minstens 100 routers omvatten.

Na vijftien jaar van ontwikkelen en leveren van innovatieve producten, kan de onderneming bogen op een aandeel van meer dan vijftig procent van de wereldmarkt voor bedrijfskritische netwerksystemen. De oplossingen van Cisco - waaronder het Internetworking Operating System (IOS): de industriestandaard voor datatransmissie - vormen het internetwerkfundament van duizenden bedrijven, universiteiten, nutsbedrijven en overheidsinstellingen. Cisco is tevens de drijvende kracht achter het Internet: meer dan tachtig procent van alle Internet-verkeer passeert Cisco-routers.

TELEFONIE, INTEGRATIE IN HET DATANETWERK

Ir. G. Joustra
Siemens Nederland NV

Korte inhoud

In deze bijdrage worden een aantal aspecten besproken, die van belang zijn bij de integratie van spraak en data in één netwerk. Daarbij wordt als uitgangspunt het back-bone-netwerk gekozen, met de nadruk op het netwerk van de telecommunicatie-operators. Na een inleiding volgen eerst enkele begrippen en definities, die van belang zijn voor het betoog, zoals pakket- of circuit-geschakeld, verbindings-orientatie, Quality of Service. Vervolgens worden de belangrijkste technologieën voor het breedband-netwerk, t.w. ATM en IP besproken, waarbij de eigenschappen, die van belang zijn voor het geïntegreerde netwerk, worden toegelicht. Daarna volgt een overzicht van de belangrijkste trends in de markt en een visie op de toekomstige ontwikkelingen van de WAN-back-bone netwerken.

---

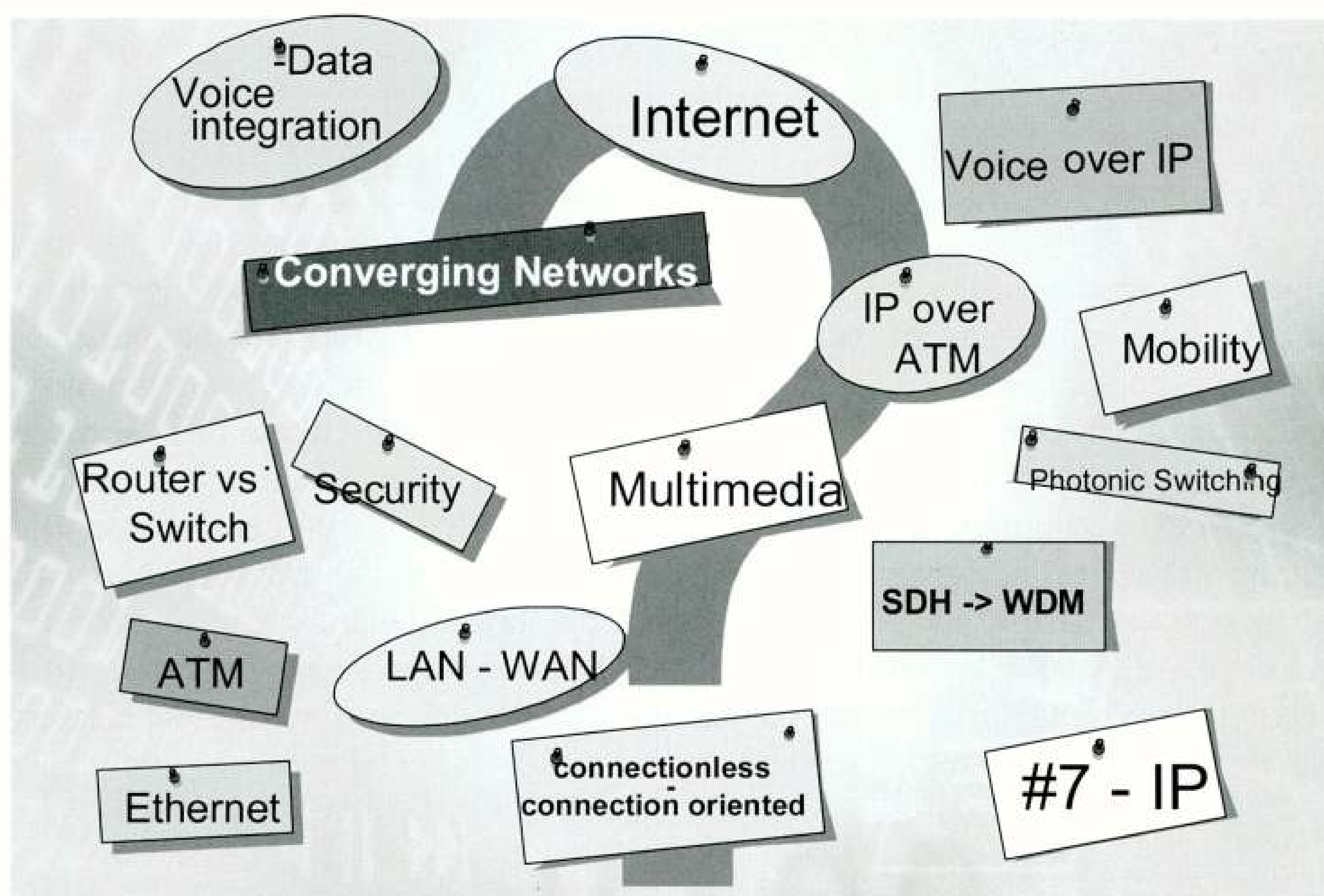
1. Inleiding

De wereld van de telecommunicatie en informatietechniek is aan enorm snelle veranderingen onderhevig. Er zijn veel verschillende technieken beschikbaar, die het mogelijk maken om nieuwe diensten aan de klanten aan te bieden. Dit stelt echter ook hoge eisen aan het netwerk, waarover de data (in de ruimste zin des woords) getrans-porteerd moet worden.
Onderzoeken hebben aangetoond, dat momenteel telefonie nog maar 50% van de totale verkeers-omvang voor zijn rekening neemt, daarbij echter wel zorgt voor ca. 70% van de inkomsten voor de telecom-operators.
In het verleden was het zo dat data "en passant" werd meegenomen over het spraak-netwerk. In de toekomst zal het andersom zijn: het data-verkeer, en dan vooral het Internet-verkeer, zal zo'n grote capaciteit vergen, dat de bitjes t.b.v. spraak-transmissie als bijna verwaarloosbare hoeveelheid over het data-netwerk kunnen meelopen. Daarbij dient wel rekening gehouden te worden met de speciale eigenschappen van spraak-communicatie, nl. dat er eisen gesteld worden aan de vertragingstijd en met name ook de variatie daarin.

We zien de telecommunicatie en de informatie-techniek snel naar elkaar toe groeien. Deze twee werelden hebben elk uit het verleden hun eigen eigenschappen, die in een aantal opzichten nogal tegenstrijdig zijn. Deze eigenschappen worden weerspiegeld in de voorkeuren voor de verschillende mogelijke oplossingen voor communicatie-netwerken.
Waar de één communicatie als doel ziet, is het voor de ander slechts een hulpmiddel. De één wil altijd, onder alle omstandigheden een gegarandeerde en (nagenoeg) foutloze overdracht, bij de ander staat het proces, dat gebruik maakt van de communicatie, centraal en hij zorgt er voor dat de applicaties kunnen overleven, ook bij niet ideale overdracht. Een telecommer wil controle hebben over wat er gebeurt en beheert vooral het netwerk, de IT-er wil controle op het resultaat en beheert de diensten. Sleutelwoorden voor de telecommer zijn: perfectie, QoS, liever niet dan slecht, terwijl de IT-er zegt: goed genoeg, CoS, liever slecht dan helemaal niet. Deze verschillen zien we ook terug in de netwerktechnologieën: ATM komt uit de telecom-wereld en IP vindt zijn oorsprong in de IT-wereld.

2. Begrippen en definities

Zoals in veel vakgebieden gebruikelijk kent ook de I&C-wereld zijn vakjargon. Bij de snelle ontwikkelingen valt het niet iedereen mee om dat allemaal bij te houden en met name voor de minder ingewijden is het door de vele speciale begrippen en afkortingen niet eenvoudig om een verhandeling te volgen. (zie figuur 1).



Figuur 1. I&C - kretologie

Pakketten

Het eerste te behandelen begrip is **pakket-geschakeld**, in tegenstelling tot **circuit-geschakelde** communicatie. In het tweede geval is er sprake van een fysiek kanaal, dat continu en volledig ter beschikking staat voor de verbinding tussen zender en ontvanger. In het andere geval worden de boodschappen opgedeeld in afzonderlijke pakketten, die door het netwerk worden getransporteerd aan de hand van de bestemmings-informatie, die in de header van het pakket is opgenomen. De pakketten van een bepaalde sessie worden onderweg gemengd met pakketten van andere sessies (van andere bronnen en/of bestemmingen), zodat de capaciteit van de transmissie-wegen beter benut kan worden (statistische multiplexing, voorbeelden zijn X.25, Frame Relay, ATM, Ethernet, Token Ring; het Internet protocol IP is eveneens pakket-georienteerd).

Verbinding

Een ander begrip, dat heel belangrijk is in de huidige netwerken, is: **verbindings-georiënteerd** in tegenstelling tot **verbindingsloos**. In het eerste geval wordt, voordat de communicatie kan beginnnen, een logische verbinding opgebouwd tussen de twee partijen. Dit heeft als gevolg dat er capaciteit wordt gereserveerd ten behoeve van de communicatie, via een bepaalde weg door het netwerk. Men kan nog onderscheid maken tussen permanente en geschakelde verbindingen, waarbij in het eerste geval de verbinding gedurende langere tijd staat (ook als er geen aktueel verkeer is) en vanuit het netwerk-management wordt opgebouwd en verbroken, terwijl in het tweede geval de verbinding op initiatief van de deelnemer(s) wordt opgebouwd en weer wordt verbroken als er geen behoefte meer aan bestaat. In beide situaties komt de verbinding niet tot stand als er in het netwerk geen weg gevonden kan worden met voldoende capaciteit.

Bij verbindingsloze communicatie is er geen sprake van een logisch kanaal tussen de partijen. De zender verstuurt zijn data in pakketten in het netwerk, dat vervolgens zal proberen om deze te bezorgen bij de bestemming. De weg, die de pakketten afleggen is niet te voorspellen; het kan zelfs voorkomen, dat opvolgende pakketten van een en dezelfde communicatie-sessie via totaal verschillende wegen naar de bestemming gaan. Dit heeft tot gevolg dat er grote, van pakket tot pakket wisselende vertraging kan optreden in het netwerk (de pakketten kunnen zelfs in een andere volgorde aankomen, dan dat ze zijn verzonden). Aangezien er geen capaciteit is gereserveerd kan het gebeuren dat er meer pakketten in het netwerk zijn, dan het kan transporteren (congestie); dan zullen de vertragingen heel groot worden, en er zullen ook pakketten worden "weggegooid".

In figuur 2 wordt van een aantal telecommunicatie-vormen aangegeven in welke soort of ze vallen.

	Circuit-geschakeld	Pakket-geschakeld
Verbindings-loos	**n.v.t.**	**IP** **X.25**
Verbindings-georiënteerd	**Analoge telefonie** **ISDN** **GSM** **Huurlijnen**	**Frame - Relay** **ATM**

Figuur 2. Voorbeelden van communicatie-vormen

Kwaliteit

Een heel belangrijk onderwerp in communicatie is **Quality of Service** (QoS), niet te verwarren met **Class of Service** (CoS). Bij Quality of Service worden garanties gegeven m.b.t. de vertragingstijd en de variaties daarin en m.b.t. het percentage fouten (bit-error rate, frame-error rate, packet-loss ratio etc.). Het begrip komt uit de telecommunicatie-wereld en is één van de belangrijke elementen in ATM. Bij Class of Service is er geen sprake van garanties, doch uitsluitend van prioriteiten: voorrang bij het verzenden/doorgeven en/of voorrang in "overleven", d.w.z. als er pakketten verloren moeten gaan, welke moeten dan alsnog de hoogste kans hebben om goed afgeleverd en dus als laatste weggegooid worden.

Ten einde optimaal gebruik te kunnen maken van de QoS-mogelijkheden is het van belang dat het verkeer van te voren wordt gekarakteriseerd v.w.b. de minimale, maximale en gemiddelde bit-rate of cell rate/frame rate en de maximale frame of packet-size en maximale burst-size. Dit is in ieder geval nodig voor verbindingsopbouw (capaciteits-reservering!) maar kan ook zijn nut bewijzen bij prioriteits-bepaling bij CoS situaties. In een aantal gevallen zal het soort dienst, dat aangeboden wordt (spraak, video, e-mail etc.) voldoende zijn voor het netwerk om het verkeer te typeren, in andere gevallen zal de gebruiker en/of de applicatie bewust dit moeten opgeven.

In figuur 3. worden als voorbeeld van een aantal signalen deze karakteristieken aangegeven.

Signaal	bitrate	Vertraging	jitter	prioriteit
Spraak	laag	Geen	geen	hoogste
Video	hoog	zeer klein	zeer klein	hoogste
Video on demand	zeer hoog	Weinig	zeer klein	hoog
Internet/Intranet	middel tot hoog	Toegestaan	toegestaan	laag
Bedrijfs-processen	???	Weinig	toegestaan	hoog
e-mail	laag	Toegestaan	toegestaan	laagste

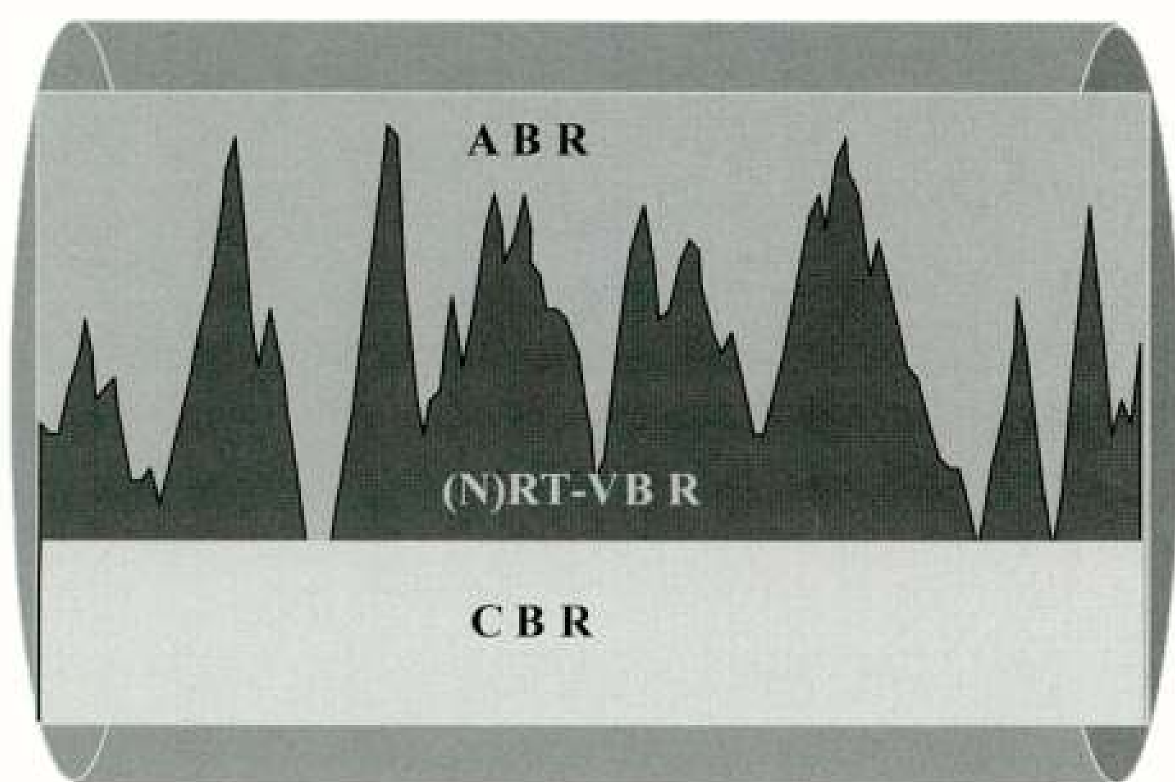
Figuur 3. Signaal-karakteriseringen

3. Netwerktechnologieën

Er is veel discussie over wat nu de beste technologie is voor het back-bone netwerk van morgen: ATM of IP. Om hierover zinvolle uitspraken te kunnen doen moeten de eigenschappen met elkaar vergeleken worden, zodat kan worden vastgesteld op welke wijze de eisen van de gebruikers het beste kunnen worden vervuld.

ATM (Asynchronous Transfer Mode)
De basis-principes van ATM zijn:

I. Pakket-geschakeld, vaste pakket-grootte (cell): 48 bytes data + 5 bytes header
II. Verbindings-georiënteerd: gereserveerde capaciteit, vaste weg door netwerk
III. Elke aangeboden snelheid wordt geaccepteerd (zolang capaciteit beschikbaar), dus geen vast schema van bitsnelheden (PDH/SDH)
IV. Multiservice: accepteert spraak, video, verschillende data-protokollen etc.
V. Gegarandeerde QoS



Figuur 4 Benutting van de kanaal-capaciteit door ATM

De belangrijkste voordelen van ATM zijn het efficiënte gebruik van de bandbreedte en de QoS-garanties. ATM kent een aantal verschillende service-klasses, aan de hand waarvan de kanaal-capaciteit wordt gevuld en waarmee de verschillende prioriteiten worden gerealiseerd (zie ook figuur 4):

- Constant Bit Rate: een gereserveerde, continue bit-stroom: gebruikt voor circuit emulation en huurlijnen
- Variable Bit Rate: capaciteit wordt benut naar aktuele aangeboden data, tot overeengekomen maximum-snelheid
- Real Time: met minimale vertraging: wordt gebruikt voor spraak en video-diensten
- Non-Real Time: vertraging binnen zekere grenzen toegestaan
- Available Bit Rate: krijgt de rest van de beschikbare capaciteit, met een gegarandeerde minimum bit rate (tot een overeengekomen maximum); heeft een lagere prioriteit dan VBR.
- Undefined Bit Rate: krijgt de capaciteit die over is, echter zonder garanties (laagste prioriteit)
- Sustainable Frame Rate: vergelijkbaar met UBR, echter met nog een minimaal gegarandeerde frame-rate, t.b.v. bepaalde protokollen, die dit nodig hebben om een sessie "levend"te houden; deze laatste klasse is pas recent door het ATM-Forum genormeerd en wordt momenteel door de leveranciers gerealiseerd.

IP (Internet Protocol)

Waar ATM zich nadrukkelijk met de onderliggende lagen bemoeit, doet IP dat in het geheel niet: er worden geen eisen gesteld aan de onderliggende transportlaag, zodat IP in principe over elk medium kan worden getransporteerd. IP is intussen heel wijd verspreid in de I&C-wereld en heel veel toepassingen zijn of worden over IP gerealiseerd. IP omhelst in wezen 2 basis-pricipes:

I. Verbindingsloze, pakket-geschakelde communicatie
II. Een universeel adresserings-schema

Dit resulteert in een relatief gemakkelijk toe te passen protocol, waarbij pakketten zonder voorafgaande verbindingsopbouw in het netwerk kunnen worden verzonden, waarbij echter de kans op (grote) vertraging, bitfouten enof verlies van pakketten relatief hoog is: er is sprake van "best effort". De hogere lagen zullen deze nadelen moeten opvangen: toepassing van een transport-protocol als TCP brengt hier uitkomst. Een andere zwakte van IP is de beperkte schaalbaarheid: naarmate het netwerk groeit worden de routing-tabellen in de routers steeds langer, waardoor het routeren steeds trager wordt en het up-daten van alle netwerk-elementen bij toevoeging of wijziging van een gebruikersadres steeds omvangrijker en tijdrovender. Door toename van het verkeer zal de kans op congestie steeds groter worden, waardoor pakketten langer onderweg zijn en wellicht grote omwegen gaan volgen en alsnog verloren gaan. Het transport-protocol zal gaan herhalen, waardoor een soort lawine-effect gaat optreden. E.e.a. heeft tot gevolg dat een puur IP-netwerk, opgebouwd uit elementen met de faciliteiten van IPv4 (dit is de huidige genormeerde stand) met daartussen vaste transport-pijpen (leased lines in de WAN, ethernet in de LAN) effectief tot niet meer dan ca. 60 à 70% van de beschikbare bandbreedte kan benutten (en zelfs nog belangrijk minder als er eisen gesteld worden aan de maximale vertraging en de variatie daarin t.b.v. b.v. spraak-overdracht)

Om deze nadelen te overkomen zijn er een aantal oplossingen door de diverse leveranciers voorgesteld en gerealiseerd. Het is de bedoeling om in IPv6 deze voorstellen te normeren, doch in de IETF (Internet Engineering Task Force) is het nog niet gelukt om tot overeenstemming te komen. De verwachting is, dat Ipv6 nog wel enige tijd op zich zal laten wachten, de oplossingen worden momenteel wel (ten dele als proprietary technieken) op de markt aangeboden en ingezet. Ter discussie voor IPv6 staan momenteel de volgende uitbreidingen/veranderingen:

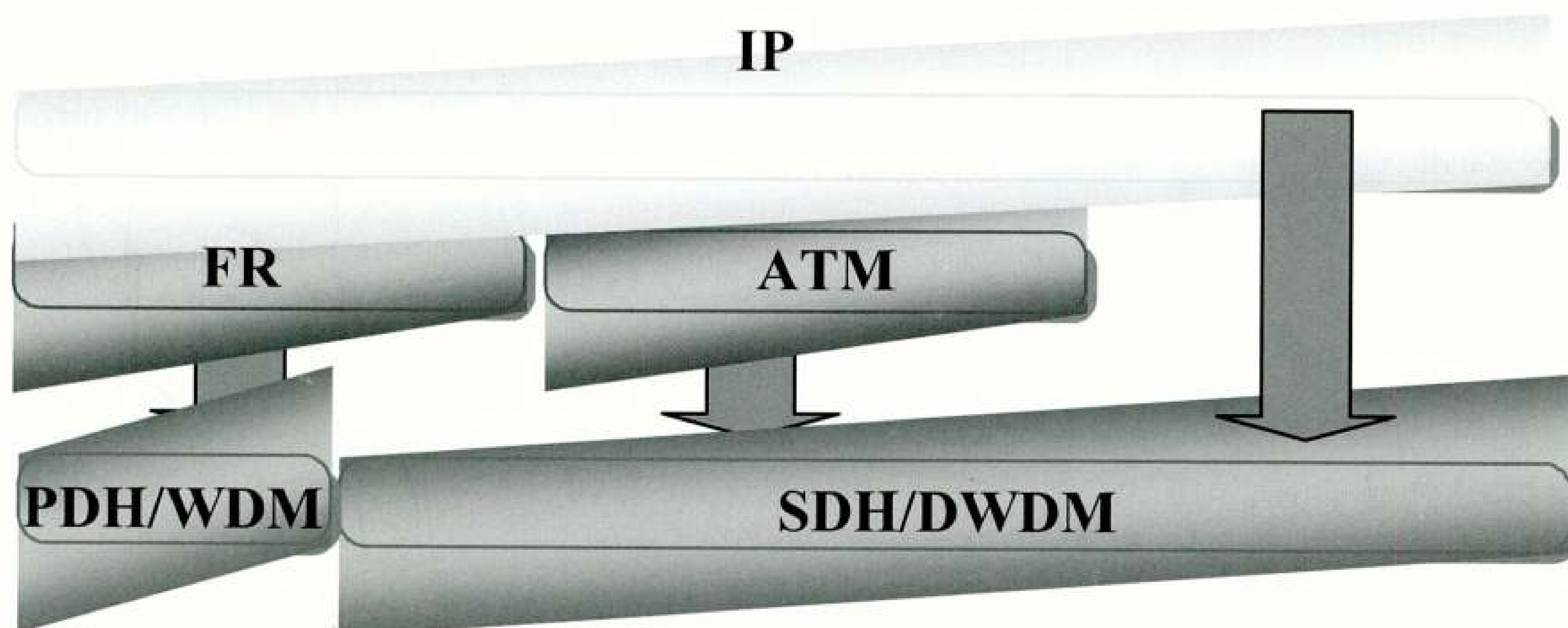
- **Meer adres-bytes**, waardoor het adres-bereik wordt vergroot (uiterlijk in 2005 is het adres-bereik van IPv4 volledig opgebruikt) en tevens de mogelijkheid wordt geboden voor meer hierarchische vrijheden in adessering
- **M**ulti **P**rotocol **L**abel **S**witching: een faciliteit, waarbij opeenvolgende pakketten met dezelfde afzender en bestemming, voorzien worden van een "label", waardoor de IP-nodes deze sneller en via een vastgestelde weg kunnen

transporteren (ook wel bekend als TAG-switching)

- **Re**al **T**ime **P**rotocol: hier wordt bij een sessie, die eisen stelt aan de maximale vertraging en jitter (b.v. IP-telefonie) bij het laatste IP-netwerk-element een buffer gebruikt, waar de pakketten worden opgeslagen waarbij de verschillen in looptijd worden vereffend: de pakketten worden met de zelfde tussentijden uitgegeven als ze het netwerk ingekomen zijn; de totale vertraging moet voor IP-telefonie onder de 200 msec blijven om een acceptabele gesprekskwaliteit te kunnen bieden.
- **Int**egrated **Serv**ices: de verschillende soorten verkeer worden gekenmerkt met het "Type of Service"-veld in de IP-header, de netwerk-elementen geven op grond daarvan prioriteit aan de betreffende pakketten b.v. spraak gaat voor data.
- **Diff**erential **Serv**ices: de verschillende types verkeer worden bij binnenkomst in het netwerk via verschillende wegen getransporteerd, b.v. spraak gaat via wegen, waar relatief veel capaciteit ter beschikking staat, een bestands-transfer verloopt via een ander gedeelte van het netwerk, waar de capaciteit efficiënter benut wordt, maar daardoor meer kans op vertraging bestaat.
- **R**esource **R**e**S**er**V**ation **P**rotocol: hier is sprake van een soort verbindingsopbouw: er wordt een weg door het netwerk bepaald, waarop capaciteit wordt gereserveerd voor de sessie.
- **Compatibiliteit** tussen IPv4 en IPv6: gezien de grote installed base is het absoluut noodzakelijk, dat in één netwerk de beide versies door elkaar gebruikt kunnen worden.

De bovengenoemde aanvullingen in het Internet Protocol kunnen de problemen slechts gedeeltelijk oplossen: de netwerk-elementen (b.v. routers) moeten de gevraagde extra-functionaliteit kunnen bieden. Bovendien zien we een trend om meer en meer over te gaan van routing naar switching (hetgeen sneller werkt) en om de routing/switching-functionaliteit in hardware te realiseren, waarbij in speciale chips (ASIC's) de bits met adres-informatie (of het MPLS-label) parallel wordt ingelezen en verwerkt.
Naast de versnelling van de netwerk-elementen moet ook de transport-capaciteit worden verhoogd om aan de toenemende behoefte aan bandbreedte te kunnen voldoen. Een IP-back-bone-netwerk kan over verschillende verschillende typen infrastructuur worden gerealiseerd. De optimale architectuur dient, naast benodigde capaciteit en beschikbaarheid, rekening te houden met de vereiste QoS en mix van de verschillende diensten. Daarnaast zijn aspecten als efficiency, redundantie, uitbreidbaarheid, flexibiliteit en beheersbaarheid van belang.

Binnen kantoren en bedrijven bieden de bestaande LAN-technologieën een goede transportlaag t.b.v. IP (Token Ring, Ethernet; de laatste met de snelheden 10, 100 Mb/s en 1 Gb/s neemt een steeds groter aandeel voor zijn rekening; door de grote installed base en de lage kosten voor interfaces zal deze positie niet aangetast worden, althans niet door ATM)
In het WAN is de situatie anders: daar bestaan de transportlagen uit de TDM-technologie (PDH, SDH). In figuur 5 worden drie alternatieven aangegeven om IP-communicatie daaroverheen te bedrijven.



Figuur 5. Transportlagen onder IP

De eerste mogelijkheid is IP over Frame Relay-diensten over PDH. Vanwege de beperkte snelheden is deze oplossing niet (meer) zo aantrekkelijk; bovendien worden Frame Relay-diensten meer en meer gerealiseerd als FR/ATM-interworking; dan levert FR geen wezenlijke bijdrage meer en kan beter de voor tweede mogelijkheid gekozen worden: IP over ATM over SDH/WDM. Een nadeel hier is de relatief hoge transport-overhead van ATM (ca. 10%) en SDH (4%). Daar staat tegenover dat de resterende bandbreedte maximaal benut kan worden (statistische multiplexing, geen beperkingen in hierarchische schema's) en ook de QoS en de flexibiliteit in netwerk-opbouw en -diensten, die ATM kan bieden.
De derde mogelijkheid is IP rechtstreeks over de glasvezel, met optische multiplexing en/of SDH. Op deze manier is er maar heel beperkte transport-overhead, echter de bandbreedte-efficiency is matig, doordat de transportlaag alleen bitsnelheden accepteert in het multiplex-schema van SDH (155 Mb/s, 635 Mb/s, 2,4 Gb/s, 10 Gb/s) en doordat IP sowieso geen hogere bandbreedte-efficiency dan ca. 65% kan bereiken (wanneer real-time eisen gesteld worden, b.v. voor spraakverkeer, zal de bezettingsgraad nog aanzienlijk lager moeten blijven)

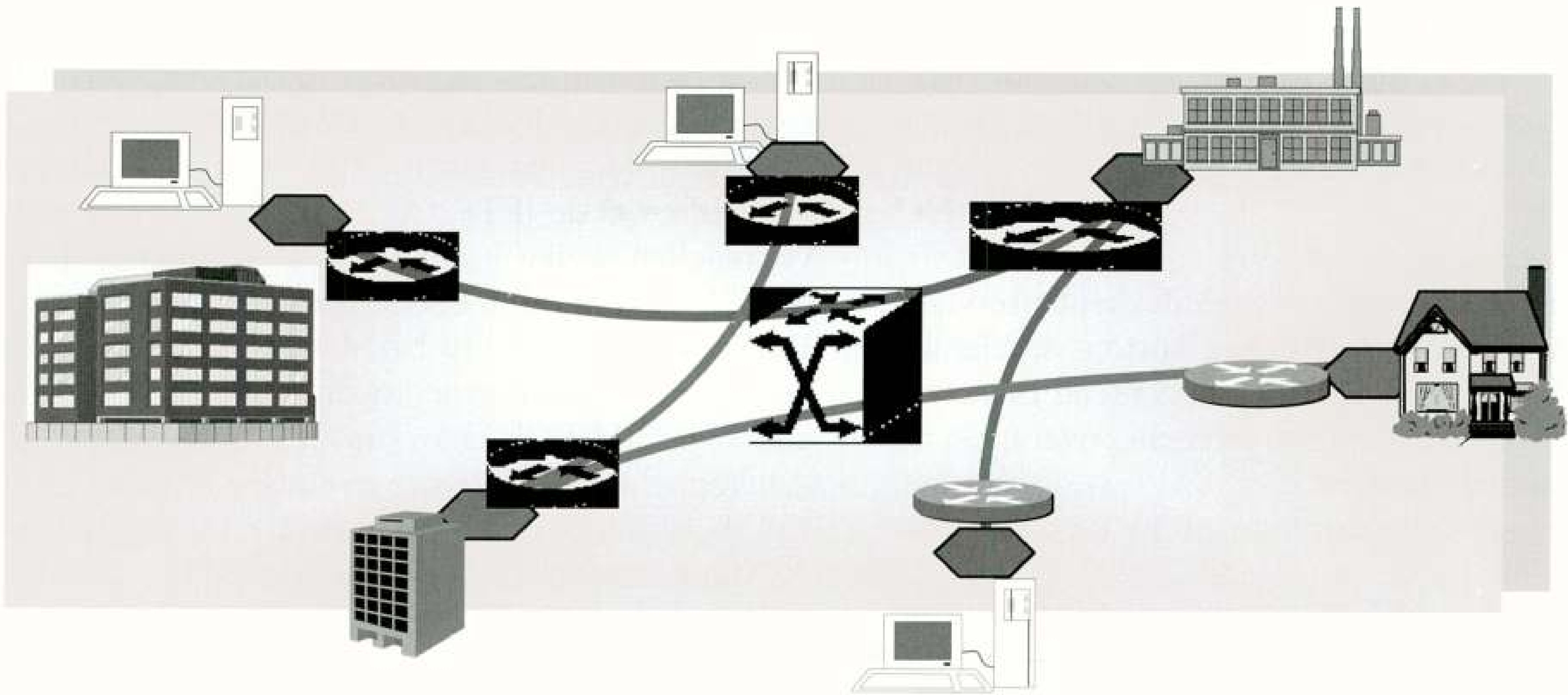
De lagere bandbreedte-efficiency is volgens sommigen geen probleem: met de komst van DWDM wordt het binnen afzienbare tijd mogelijk om tot 160 verschillende kleuren, elk met 10 Gb/s over een vezel te transporteren. Daarbij toegevoegd de toepassing van optische cross-connects en optische protectie-elementen levert een transport-netwerk met een zo grote capaciteit, dat de bandbreedte niet meer de begrenzing vormt. Als de IP-switches en routers zo snel zijn (worden), dat ze deze lijnsnelheden kunnen volgen is er in het netwerk zoveel capaciteit voorhanden, dat de benutting van slechts een beperkt gedeelte nog steeds voldoende ruimte biedt voor alle communicatie-behoeftes. Indien er zoveel capaciteit in het netwerk beschikbaar is, is het mogelijk om de verschillende service-klassen via gescheiden wegen te laten verlopen, waarbij door een lage bezettingsgraad bij de tijd-kritische communicatie toch de gewenste QoS wordt gerealiseerd.
Anderen zijn echter van mening dat de grotere netwerk-capaciteit op den duur toch weer volledig benut zal worden, m.a.w. dat er behoefte blijft bestaan om de bandbreedte efficiënt te gebruiken. Hier kan ATM zijn diensten aanbieden:

- Efficient bandbreedte-gebruik
- Flexibele topologie
- QoS
- Meetbaar Service Level Agreement
- Netwerkbetrouwbaarheid (beheersbaar)
- Ondersteuning t.b.v. "billing"van diensten en verbruik

Om IP-verkeer over een ATM-laag af te wikkelen zijn er weer verschillende mogelijkheden: naast de "klassieke" technieken (IP-afbeelding op ATM in AAL5, de aanpassingslaag in ATM), LAN-emulatie (LANE) en Multi-Protocol-over ATM (MPOA) zijn er nieuwe aanpassingen ontwikkeld, waarbij meer gebruik wordt gemaakt van de nieuwere mogelijkheden binnen IP, b.v. Next Hop Resolution Protocol (NHRP) en integratie van MPLS in ATM (het ATM-netwerk realiseert de "Label-switching", gedefiniëerd in de IP-laag).
Recentelijk is door een aantal leveranciers (waaronder Siemens en Newbridge) aan de normeringscommissies van IETF en ATM-Forum een voorstel gedaan voor de normering van een techniek, genaamd Carrier Scale Internetworking (CSI). Deze techniek biedt een effectieve interworking van IP en ATM door:

- Afbeelding van routerings-informatie op ATM-adressen in een server bij het ATM-management-systeem, die zorg draagt voor de verspreiding hiervan in het ATM-netwerk; een IP-pakket wordt bij binnenkomst in het ATM-netwerk omgezet in ATM-cellen, waarvoor een verbinding wordt opgebouwd; daardoor is het gehele ATM-netwerk a.h.w. één hop in het IP-netwerk, waardoor het transport veel efficiënter, sneller en betrouwbaarder verloopt
- Ondersteuning van MPLS uit het IP-protocol
- Creëren van Virtual Private Networks t.b.v. gebruikers
- Afbeelding van de CoS uit het IP-verkeer op QoS van ATM, waardoor IP met QoS mogelijk wordt

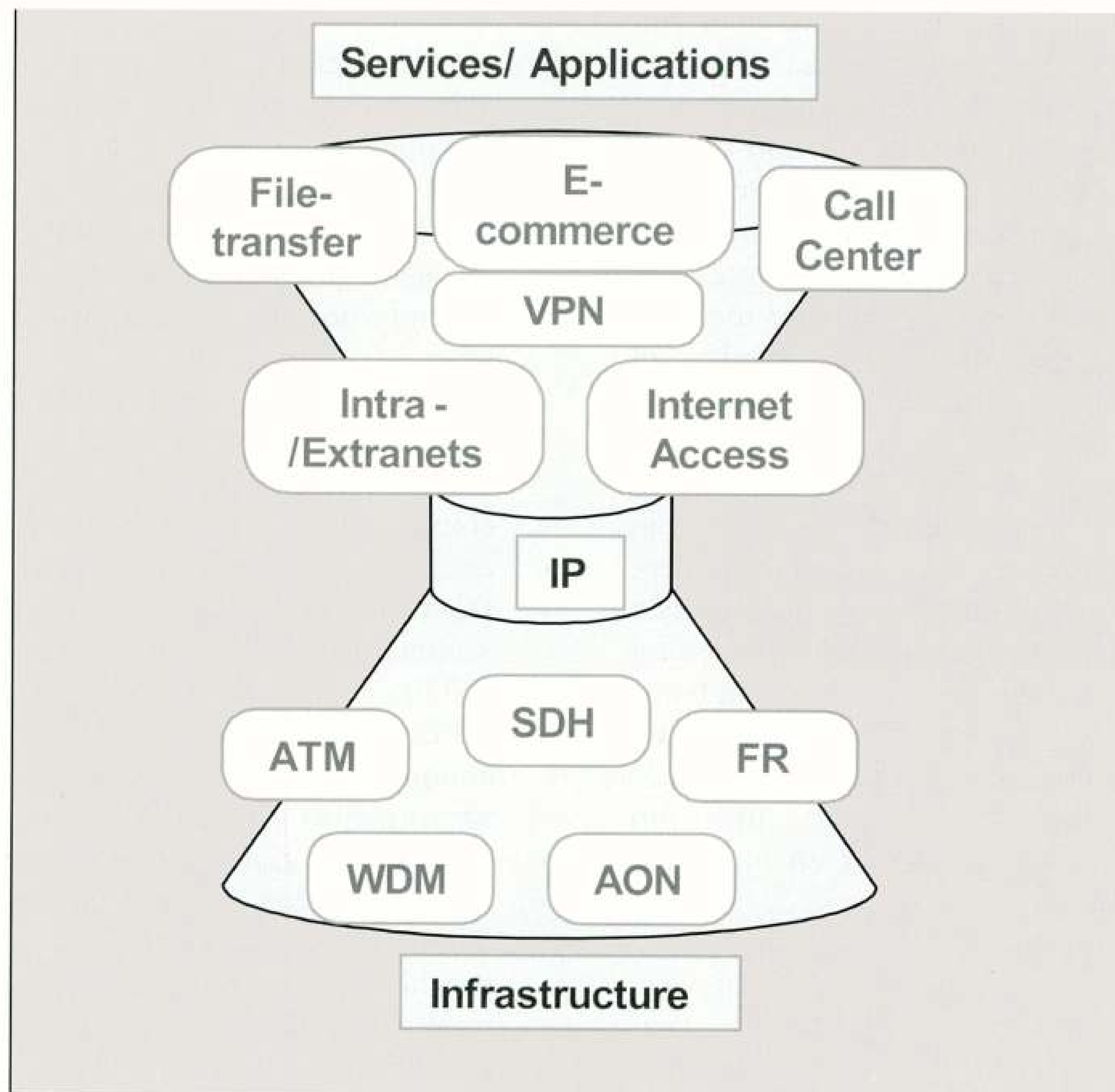
De toepassing van VPN's voor bedrijven met meer dan een vestiging en/of thuis-werkers levert een aantal voordelen op.



Figuur 6 Virtual Private Networks

De belangrijkste zijn, naast QoS/CoS, afgestemd op de wens van de klant, het bieden van bescherming tegen de buitenwereld (privacy, authentificatie) en de mogelijkheid om meerdere diensten (Internet-toegang, data-transfer, spraak) binnen een "eigen" netwerk te kunnen realiseren. Ook is het mogelijk om een eigen IP-adres-structuur te gebruiken.

IP biedt een uniforme netwerklaag aan, waarboven een grote diversiteit aan applicaties kan worden bedreven; door zijn relatief grote vrijheid voor wat betreft de transportlaag is er ook voor de infrastructuur een ruime keuze mogelijk. Dit wordt voorgesteld in figuur 7.



Figuur 7. IP als samenbindende netwerklaag

4. Trends in de markt

In de telecommunicatie-markt zijn drie drijvende krachten te herkennen, achter de marktbewegingen, t.w.:

- Klantenwensen
  Steeds hogere bit-rates, werelddekkende services en multi-media-toepassingen, kortom de klanten willen een universeel, alles-omvattend dienstenaanbod, op elk gewenst moment, overal en in elke willekeurige vorm
- Toenemende concurrentie bij de telecom-aanbieders,
  Als gevolg van deregulering, globalisering en de komst van nieuwe aanbieders en samenwerkingsverbanden: ieder probeert zich te onderscheiden door het eerder leveren van nieuwe, uitgekiende diensten
- Technologische innovaties
  Door de ontwikkelingen in de vezel-technologie, de optica, micro-electronica en DSP's biedt de techniek steeds meer mogelijkheden, die uiteindelijk zullen leiden tot een wereld-omvattend netwerk van geconsolideerde netwerken.

Verschillende markt-onderzoeks-instellingen zien een grote verschuiving in de richting van IP-gebaseerde communicatie: waar momenteel in het back-bone netwerk de hoeveelheden getransporteerde bits voor spraak, IP-data en non-IP-data ongeveer evengroot zijn, zal dat over 5 jaar resp. 10-75-15% zijn. IP zal als data-protocol domineren enerzijds door het vervangen van LAN-protocollen als SNA, IPX enz. en anderzijds door de toename van het aantal Internet-gebruikers en –aanbieders en door de realisatie van aanvullende diensten als VoIP, IP-VPN's enz.

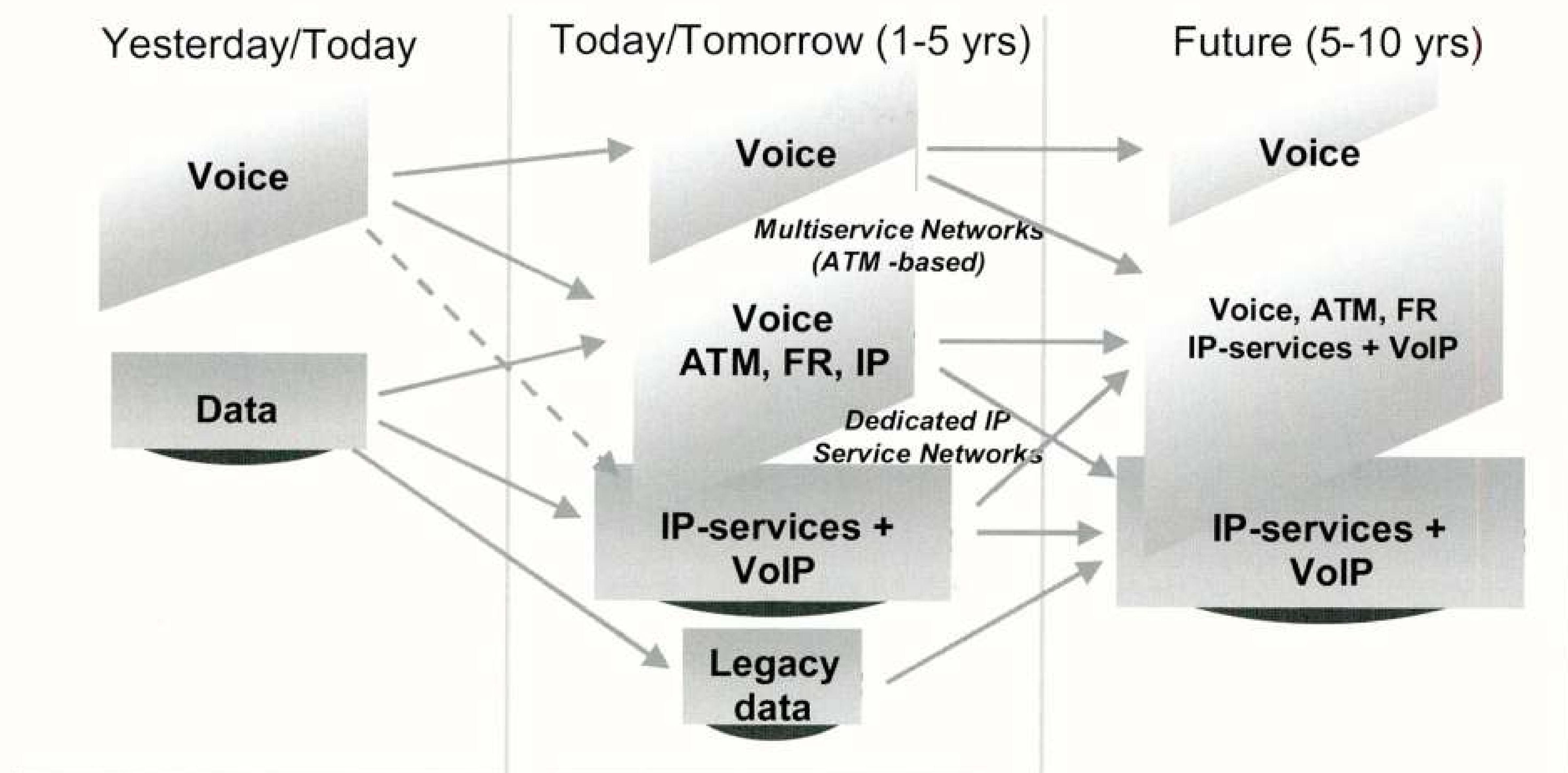
Op de werkplek wordt gebruik gemaakt van terminals voor spraak, data, fax., e-mail en video. Afgezien van de telefoon zijn alle terminals op één netwerk (het LAN) aan te sluiten. Door toepassing van "Voice-over-IP" (VoIP) kan ook de spraakdienst over hetzelfde LAN worden afgewikkeld. Het voordeel is, dat er nog maar één communicatie-infrastructuur benodigd is, hetgeen tijd- en kostenbesparend werkt bij verhuizing en inrichting van nieuwe werkplekken.
Voor VoIP is momenteel de multi-media-PC, eventueel uitgerust met een telefoonhoorn, beschikbaar. Op zeer korte termijn zullen daar (goedkope) draadgebonden "IP-phones" en later ook cordless IP-phones en On-line terminals bij komen.

Voor de interface met het bestaande openbare telefoonnet worden H.323 en daarmee gerelateerde CCITT-normen toegepast. Daarnaast is er de (in principe eenvoudigere) SIP (simpel Interface Protocol) van de IETF. Op dit moment is nog niet te voorspellen welke normering zal winnen (ook hier weer de "oude" strijd tussen telecom en data-com).
Het bedrijfsnetwerk (IP-LAN) koppelt voorlopig nog op de conventionele openbare netten d.m.v. gateway's (H.323) en/of de conventionele PABX. Aankoppeling aan Internet en andere IP-diensten kan wel rechtstreeks op een IP-netwerk (al dan niet met ATM als onderlaag).

Integratie van spraak (en video) en data in het werkproces biedt een aantal voordelen: betere benutting van de beschikbare capaciteit in het bedrijfs-netwerk, doordat spraak en data er beide gebruik van maken (er is geen apart spraaknetwerk meer nodig en geen spraakverbindingen over het openbare net); slechts eenmaal een verbinding tot stand brengen en beide partijen hebben beschikking over alle informatie uit de gemeenschappelijke database. Een niet te onderschatten voordeel is ook het vereenvoudigde beheer van slechts één netwerk in plaats van meer en de vermindering van de benodigde bekabeling.

Voordat IP-telefonie op grote schaal toegepast gaat worden moeten nog wel enkele zwakke punten worden opgelost:

- De betrouwbaarheid van IP-netwerken en van de terminals (PC's) is momenteel nog lager dan we gewend zijn van het telefoonnet en de toestellen.
- De tijd voor een verbindingsopbouw is nog vrij lang
- Bij de overdracht treden vertragingstijden op
- De spraakkwaliteit is, zeker bij hogere netwerkbelasting, duidelijk minder dan van de conventionele telefonie (hoewel we bij mobiele telefonie ook de mindere kwaliteit accepteren)
- Door het ontbreken van algemeen aanvaarde standaarden (H.323, met de gerelateerde normen H.320, H.450 en $H.450^E$, vs. SIP, IPv6 met MPLS, RSVP, RTP, DiffServ) is er geen compatibiliteit tussen producten van verschillende aanbieders.
- De terminals zijn nog relatief duur.
- Momenteel zijn er naast de "rechttoe-rechtaan" telefoongesprekken nog geen andere faciliteiten beschikbaar (conferentie, terugbellen, omleiden, wachtstand/ruggespraak); hiervoor is de eerder genoemde standaardisering onontbeerlijk.
- Bij spraak over een openbaar IP-net (Internet) is privacy niet gewaarborgd.



Figuur 8 Evolutie van de netwerken.

De verwachting is wel, dat de hier genoemde zwakheden binnen afzienbare tijd zullen worden opgelost, indien het formele standaardiseringsproces te lang gaat duren zullen er "de-facto" industrie-standaards ontstaan, gebaseerd op proprietary oplossingen.

5. Toekomstige netwerk

De convergentie van spraak en data zal verlopen in een aantal stappen. Ondanks de hoge groei-cijfers zal er sprake zijn van een evolutie: de investeringen in de bestaande netwerken zijn nog lang niet afgeschreven en deze zullen in bedrijf blijven, al dan niet aangepast.

Figuur 8 geeft de conversie in grote lijnen weer.

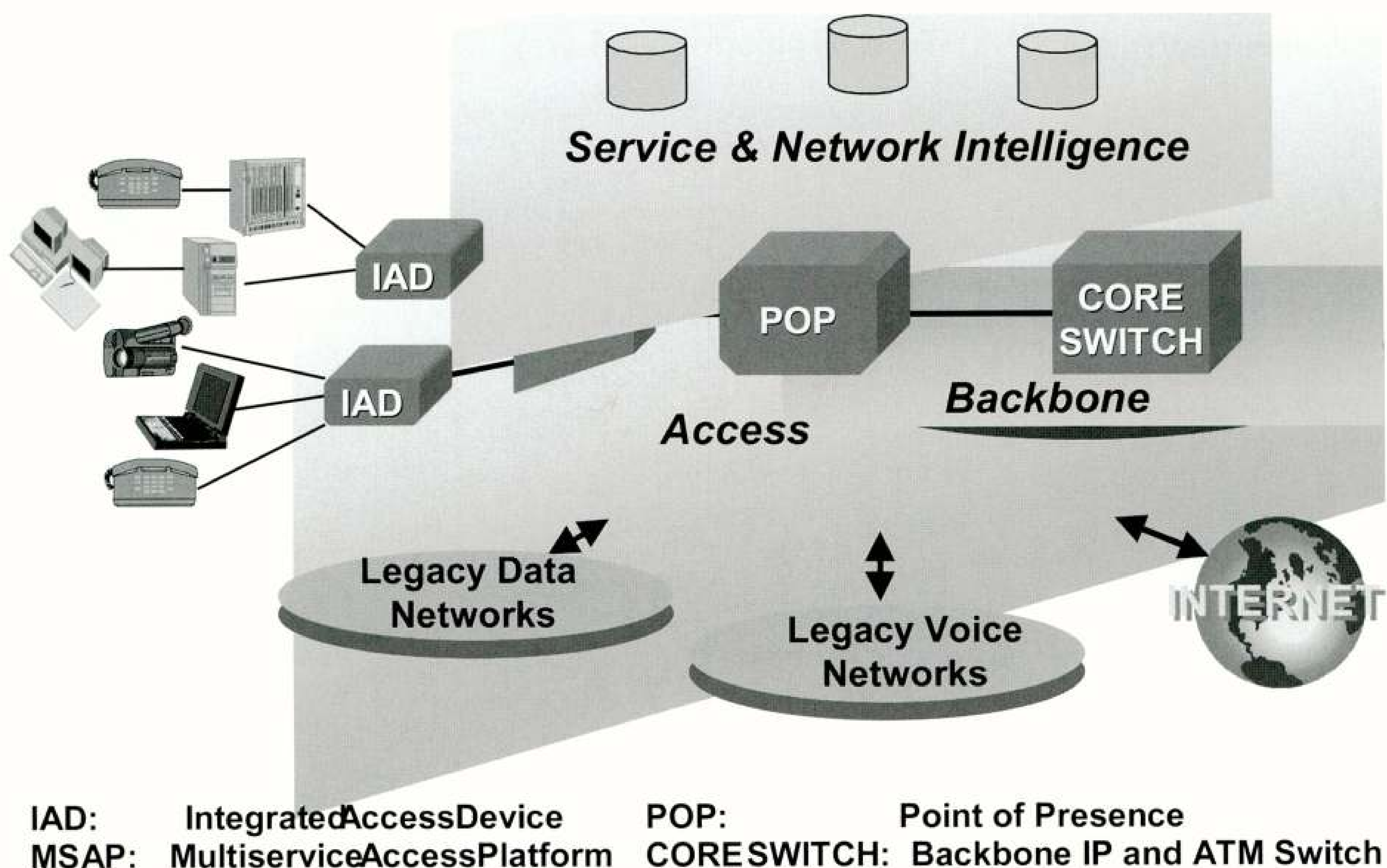
Vanuit het verleden kennen we het spraak- en het data-netwerk. Er ontstaan twee nieuwe netwerken: een ATM-gebaseerd multi-service-netwerk, waarover spraak-, Frame Relay- en IP-diensten worden afgewikkeld, en een puur IP-netwerk. In de toekomst zullen de verschillende diensten verder migreren naar het netwerk, dat het optimum biedt; het separate datanetwerk zal geheel opgaan in het IP-netwerk of het multiservice netwerk. Er zal wel behoefte blijven aan een separaat spraak-netwerk, dat de huidige kwaliteit en functionaliteit zal blijven bieden. De overige diensten (incl. VoIP) zullen worden ondergebracht in het netwerk, dat de passende kwaliteit/kosten verhouding biedt: voor diensten die een hoge QoS en/of flexibiliteit vragen is het multiservice-netwerk de ideale oplossing, andere diensten zullen op het IP-netwerk komen/blijven.

De IP-netwerken groeien op twee manieren: enerzijds door verbeterde diensten (slimmere routers/switches en/of gebruik maken van ATM-ondersteuning, QoS, SAL, VPN's) en anderzijds door het beschikbaar komen van grotere bandbreedtes als gevolg van DWDM (160 kleuren, elk 10 Gb/s per vezel) en snellere IP-switches (tot in het Tb/s-bereik).

De netwerk-architectuur is weer te geven in verschillende lagen: de transport- en switching-laag en de service-en applicatie-laag. De transport- en switching-laag kan worden opgedeeld in het back-bone en het acces-gedeelte. Daarbij kunnen een aantal blokken worden onderscheiden (zie fig. 9):

- Core switch: het centrale switching-systeem, bestaande uit geïntegreerde IP en ATM-switches
- Point of Presence: intermediair tussen acces- en core-netwerk
- Multi-Service Acces Platform: hier vindt de integratie van de verschillende diensten in het netwerk plaats
- Integrated Acces Device: aankoppeling van de gebruikers; dit kan op de locatie van de gebruiker of op de meest perifere lokatie van de netwerkoperator zijn
- Koppelingen met externe netwerken, zoals het spraak-netwerk, Internet, data-netwerk, andere netwerk-operators.

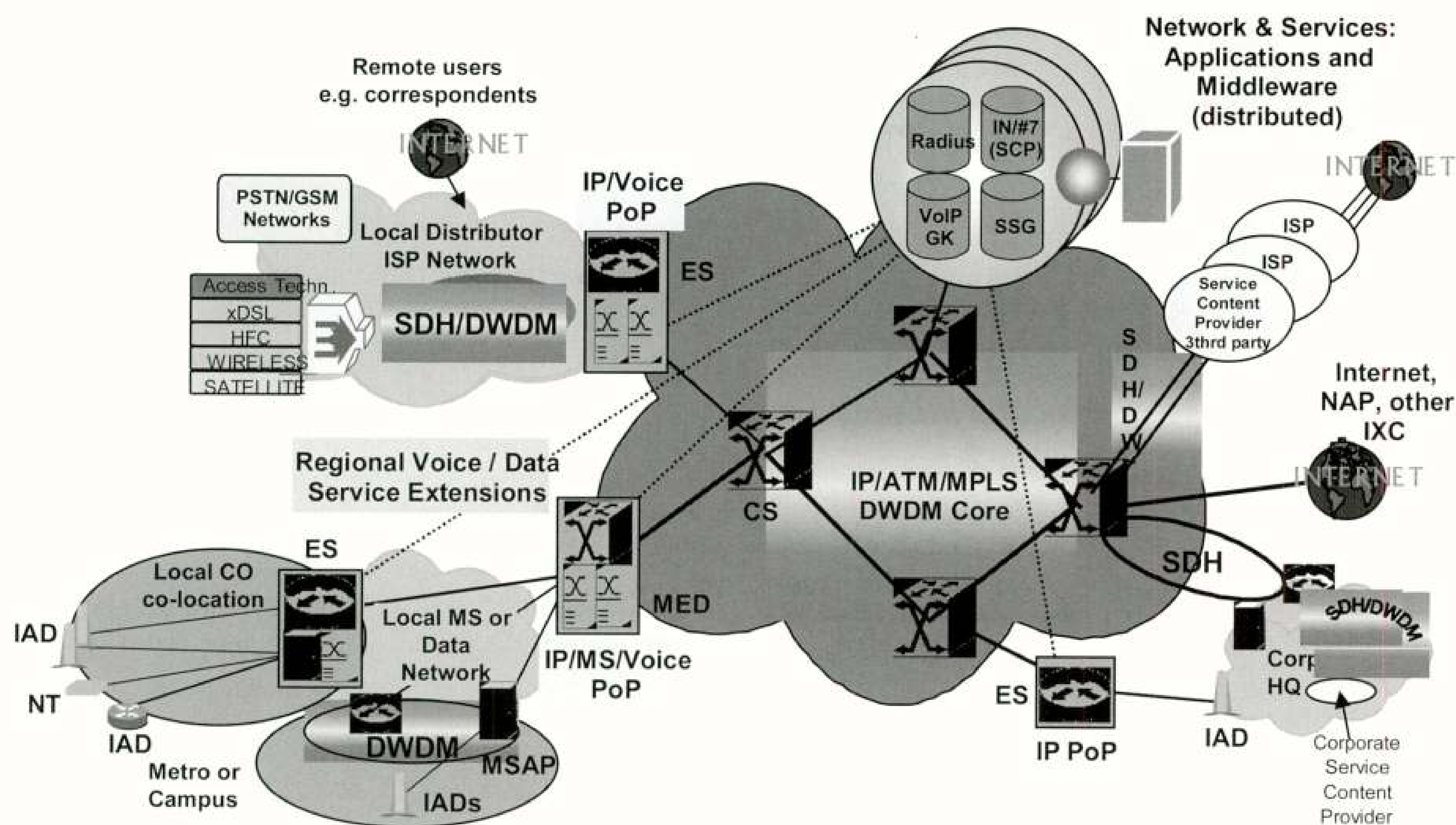
In de service- en applicatie-laag vinden we het netwerk-beheerssysteem (al dan niet opgesplitst voor de verschillende deelnetwerken) en de servers ten behoeve van Netwerk-Intelligentie en andere diensten.



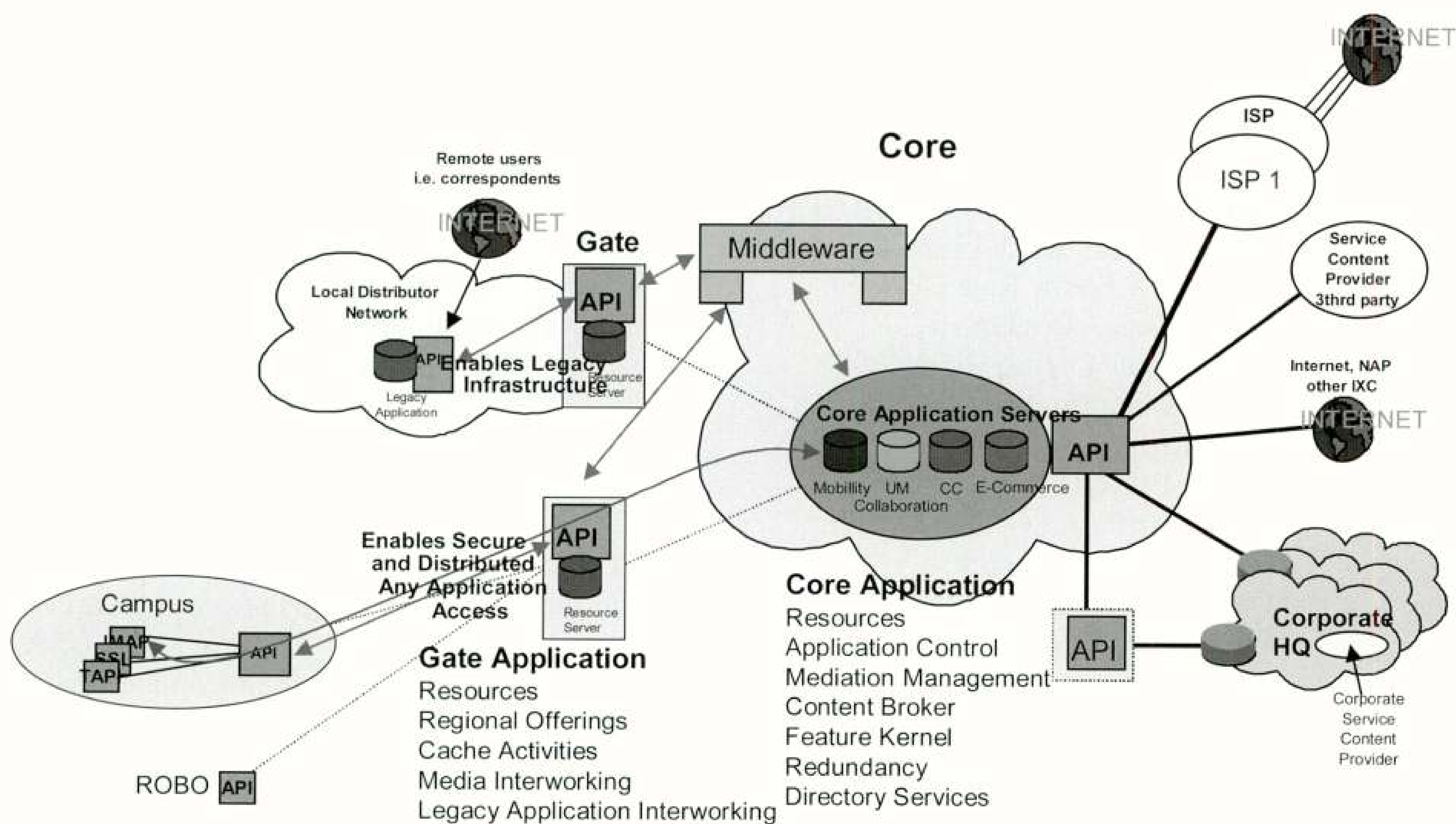
Figuur 9 Netwerk-architectuur

Als we de netwerklaag nog wat nader beschouwen zien we het core-netwerk opgebouwd uit gecombineerde hoge capaciteits- ATM- en IP-switches, met DWDM als transportlaag (wellicht op den duur zonder apart te onderscheiden SDH-laag).
De acces-netwerken (b.v. lokale Internet-Service-Providers, regionale Telecom-operators, grote bedrijfs-campus-netwerken) zijn opgebouwd met Acces-multiplexers en ATM/IP-switches, met SDH en/of WDM als transportlaag. Hier treffen we ook de gate-way-servers, Internet-POP's en andere lokale service-aanbieders aan. E.e.a. wordt getoond in figuur 10.
Behalve in de periferie vinden we ook in het core-netwerk servers ten behoeve van de diverse diensten. Deze zijn niet noodzakelijk alleen op een centrale lokatie aanwezig, maar kunnen ook gedistribueerd zijn over het gehele netwerk. Figuur 11 toont een opzet voor de service- en applicatielaag.

Bij de applicaties valt te denken aan b.v. Informatie-diensten, IP-call-centrs, E-commerce etc. Dit zijn allemaal applicaties, waarmee inkomsten gegenereerd kunnen worden. In veel gevallen zullen deze diensten door externe service-providers worden aangeboden, maar de netwerk-operators zelf kunnen ook diensten aanbieden, zoals b.v. VoIP, Netwerk-Intelligentie, Unified Messageing, Internet-toegang, WEB-page caching, koppeling met separate (spraak- of data-) netwerken etc. Waar momenteel voor de traditionele netwerk-operators nog 70% van de inkomsten gegenereerd wordt met spraakdiensten zal in toekomst, als spraak nog maar een heel klein deel van de totale communicatie-behoefte uitmaakt en anderzijds de capaciteit zo toeneemt, dat het transporteren en schakelen van bitstromen nog maar zeer weinig geld-waarde vertegenwoordigt, vooral inkomsten gegenereerd moeten worden door het leveren van telecommunicatie-diensten.



Figuur 10. De toekomstige netwerk-laag



Figuur 11. Applicatie-laag

6. Conclusie

Het toekomstige netwerk zal vooral een IP-netwerk zijn, waar nodig ondersteund door ATM, met een aparte service- en applicatie-laag. Juist deze aanvullende diensten en applicaties zullen de inkomsten genereren, die de investeringen zullen moeten rechtvaardigen. Daarbij geldt heel sterk, dat degene, die op het juiste moment de juiste dienst weet aan te bieden, zijn concurrenten (tijdelijk) op achterstand zal weten te zetten.

Lijst van gebruikte afkortingen

AAL-n	ATM Adaptation Layer
ABR	Available Bit Rate (ATM-service klasse)
ATM	Asynchronous Transport Mode
CBR	Constant Bit Rate (ATM-serviceklasse)
CoS	Class of Service (IP)
CSI	Carrier Scale Internetworking
DiffServ	Differential Services (IP)
DWDM	Dense Wave Division Multiplexing
FR	Frame Relay
IETF	Internet Engineering Task Force
IntServ	Integrated Services (IP)
I&C	Informatie en Communicatie
IP	Internet Protocol
IPv4	Huidige normering van IP-protocol, sinds 1981 in gebruik
IPv6	Toekomstige normering van IP-protocol, nog in discussie
ISP	Internet Service Provider
LAN	Local Area Network
LANE	LAN-emulation (ATM)
MPLS	Multi Protocol Label Switching
MPOA	Multi Protocol over ATM
NHRP	Next Hop Resolution Protocol (IP)
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PoP	Point of Presence
QoS	Quality of Service (ATM)
RSVP	Resource Reservation Protocol (IP)
RTP	Real Time Protocol (IP)
SFR	Sustainable Frame Rate (ATM)
SLA	Service Level Agreement
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
TCP	Transmission Control Protocol (IP)
UBR	Undefined Bit Rate ATM)
VBR	Varable Bit Rate (ATM)
VoIP	Voice over IP
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network
WDM	Wave Division Multiplexing

Lezing, gehouden op de studiedag

Telecommunicatie na 2000, switching of routing?

Georganiseerd door NERG en PT-Opleidingen op 20 mei 1999 in Utrecht.

Over de auteur:

Studie elektrotechniek aan TU Delft; richting telecommunicatie en informatie-techniek afgestudeerd maart 1975.
Enkele jaren werkzaam in verkoop van geautomatiseerde testsystemen voor electronica-produktie.
Bij Siemens Nederland sinds maart 1981;

- 4 jaar werkzaam in verkoop telecommunicatie-systemen aan bedrijven met eigen (transmissie-) netwerken (toenmalige "consessie-houders")
- 13 jaar projectleider ontwikkeling van electronische produkten en systemen, merendeels op het gebied van telecommunicatie, alarmering, beveiliging
- sinds oktober 1998 werkzaam als technical support manager en product manager breedband netwerken in de divisie Informatie & Communicatie Netwerken, afdeling Breedband & Mobiele Netwerken.

Gerben Joustra,
Technical Support Manager,
tel. +31-70-333 3559
fax.+31-70-333 2017
e-mail: gerben.joustra@siemens.nl

Over Siemens Nederland
Siemens Nederland is de verkoop- en ondersteunings-organisatie van het Siemens concern in Nederland. Met ca. 2700 medewerkers wordt een omzet van ruim *f* 2,2 miljard op jaarbasis gerealiseerd op vrijwel alle terreinen van de elektrotechniek en elektronica. Recentelijk is wereldwijd een reorganisatie doorgevoerd, waarbij de aktiviteiten op het gebied van telecommunicatie en informatietechniek zijn samengevoegd. Daarnaast wordt hard gewerkt aan de uitbreiding van het product-portfolio op het gebied van netwerken en diensten . Daartoe is o.a. in de USA een dochterbedrijf Unisphere Solutions opgericht, waarin aktiviteiten van een aantal recentelijk verworven bedrijven met produkten op het gebied van breedband IP-netwerken zijn samengevoegd.

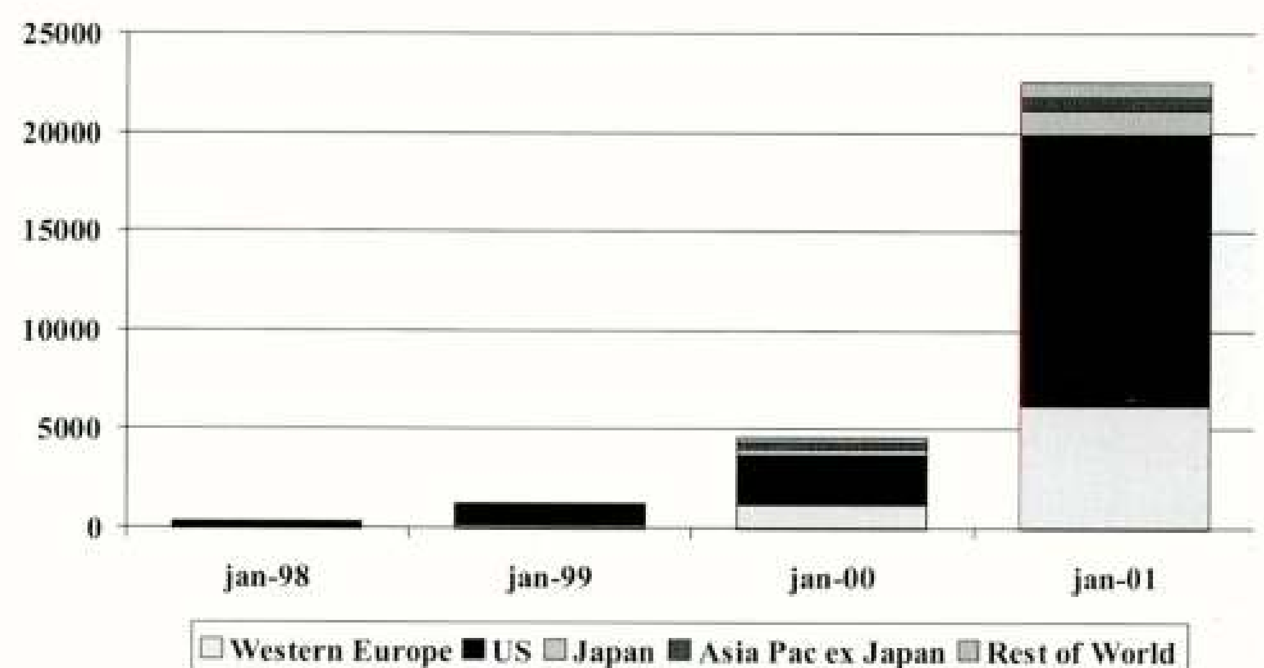
Siemens Nederland NV
Informatie en Communicatie Netwerken
Breedband and Mobiele Netwerken
Postbus 16068
2500 BB Den Haag

TELECOMMUNICATIE: EEN WERELDMARKT.

Ir. P.P. 't Hoen
Vice-President Strategy Europe, Middle-East, Africa
Lucent Technologies

Er is iets bijzonders aan de hand in de wereldwijde telecommunicatiemarkt: groeide het aantal (vaste en mobiele) telefoonaansluitingen de afgelopen 100 jaar van nul naar ongeveer 1 miljard, alles wijst erop dat het volgende miljard er in minder dan 20 jaar al zal zijn. Er is sprake van een discontinuïteit in de groeikromme: er vindt een sprong plaats. Daar liggen bekende oorzaken aan ten grondslag: de technologische ontwikkelingen met de daaraan verbonden nieuwe alternatieven (IP, mobiel) en prijsverlagingen, en de deregulering en de daarmee samengaande verhoogde concurrentie. Bovendien is er een golf van nieuwe vormen van gebruik en toepassingen ontstaan, op basis van de veel-besproken (en vaak slecht begrepen) convergentie van Informatie- en Communicatie-technologie. We hebben het vandaag dan vooral over het Internet en de daarop gebaseerde toepassingen. Dat leidt niet alleen tot een sterke groei van het aantal gebruikers van Internetdiensten, maar nog meer tot een sterke groei van het verkeer. Het Internet wordt immers steeds populairder en bruikbaarder, naarmate er meer visuele (bij voorkeur 'full motion') en auditieve informatie wordt toegepast. Dat sluit ook aan bij de even zo snelle ontwikkelingen in prestaties en prijs van de Personal Computer. Het Internetverkeer verdubbelt dan ook elke 100 dagen!

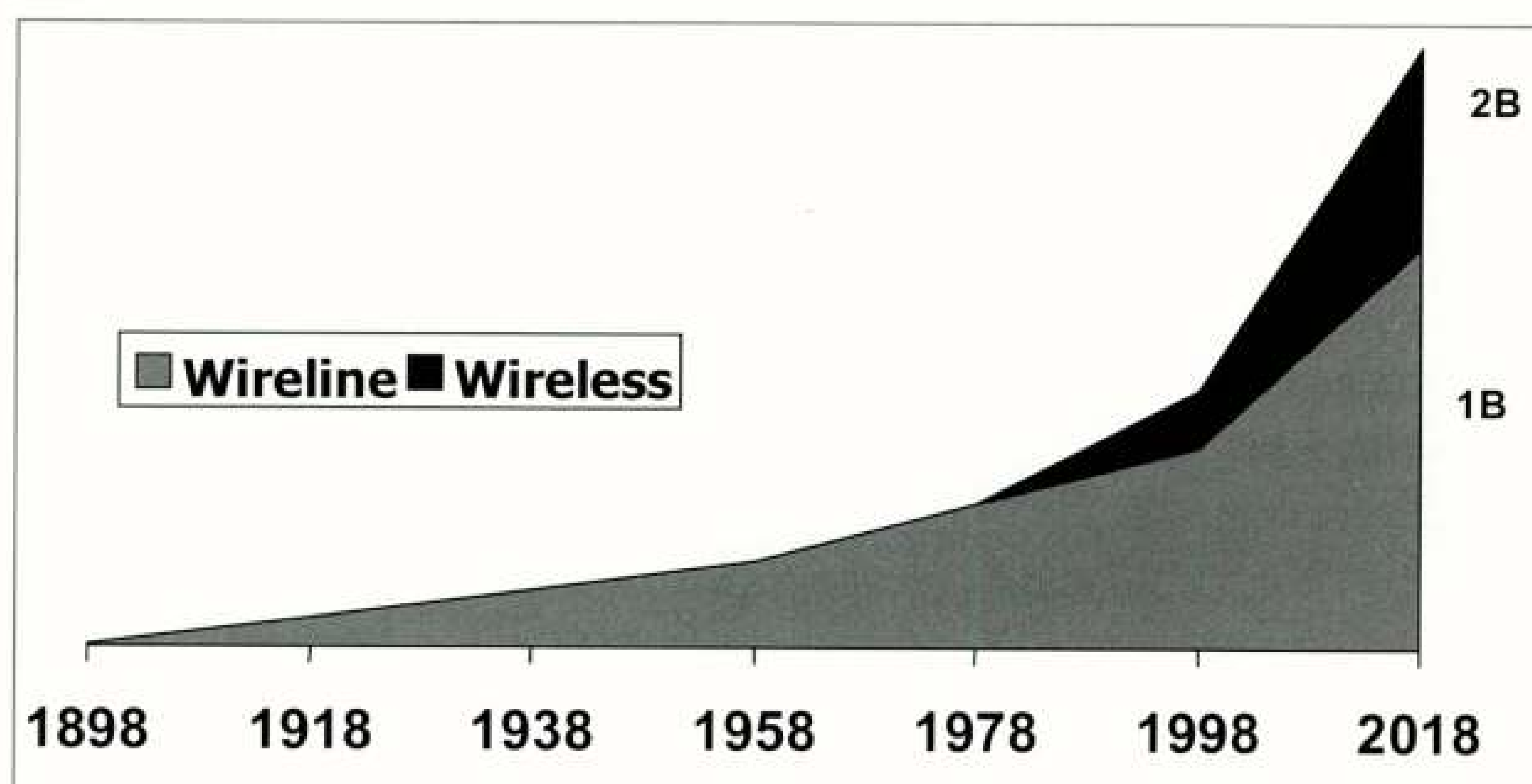
Voorspeld verkeer in Terabytes per dag ...



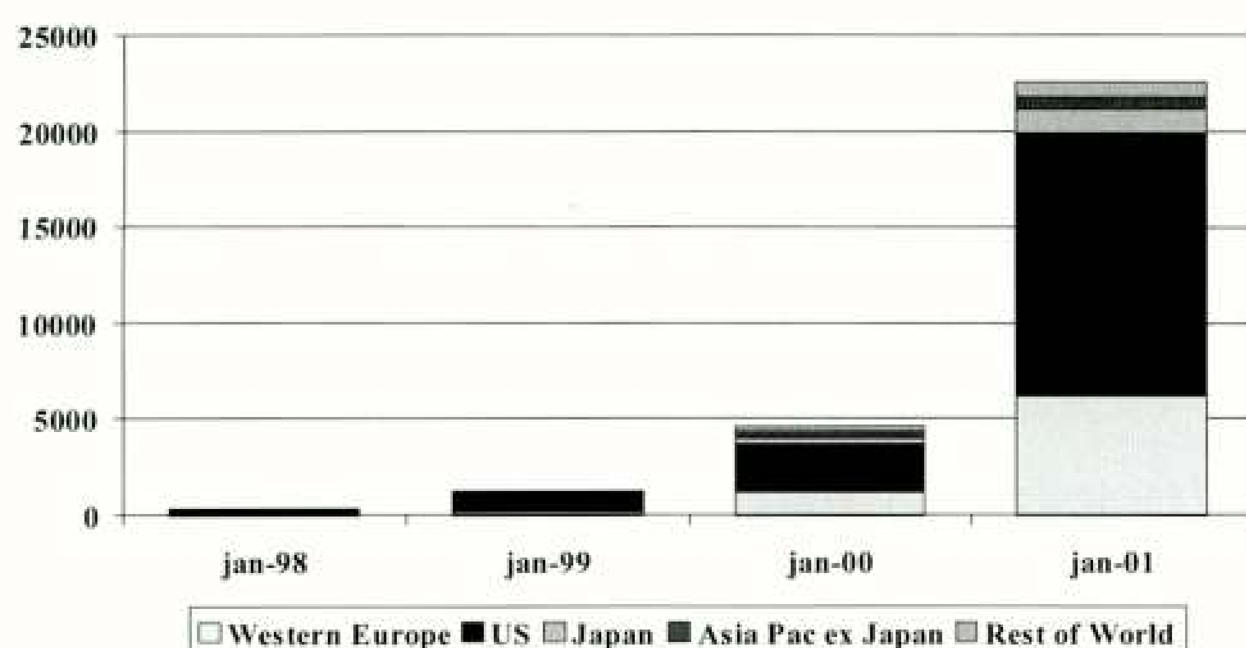
Bron : Merrill Lynch

Europa doet in deze wereldwijde revolutie prima mee. Meer dan een kwart van de Internetgebruikers woont in Europa, het backboneverkeer groeit hier ook met 1000% per jaar (KPN: opschieten!) en het aantal mobiele bellers groeit met 20% per jaar (en de groeisnelheid neemt eerder toe dan af). Ook qua concurrentie gaat het hard: er zijn nu al 325 nieuwe netwerkexploitanten ('second operators') en zo'n

Telefoonaansluitingen wereldwijd



Voorspeld verkeer in Terabytes per dag ...

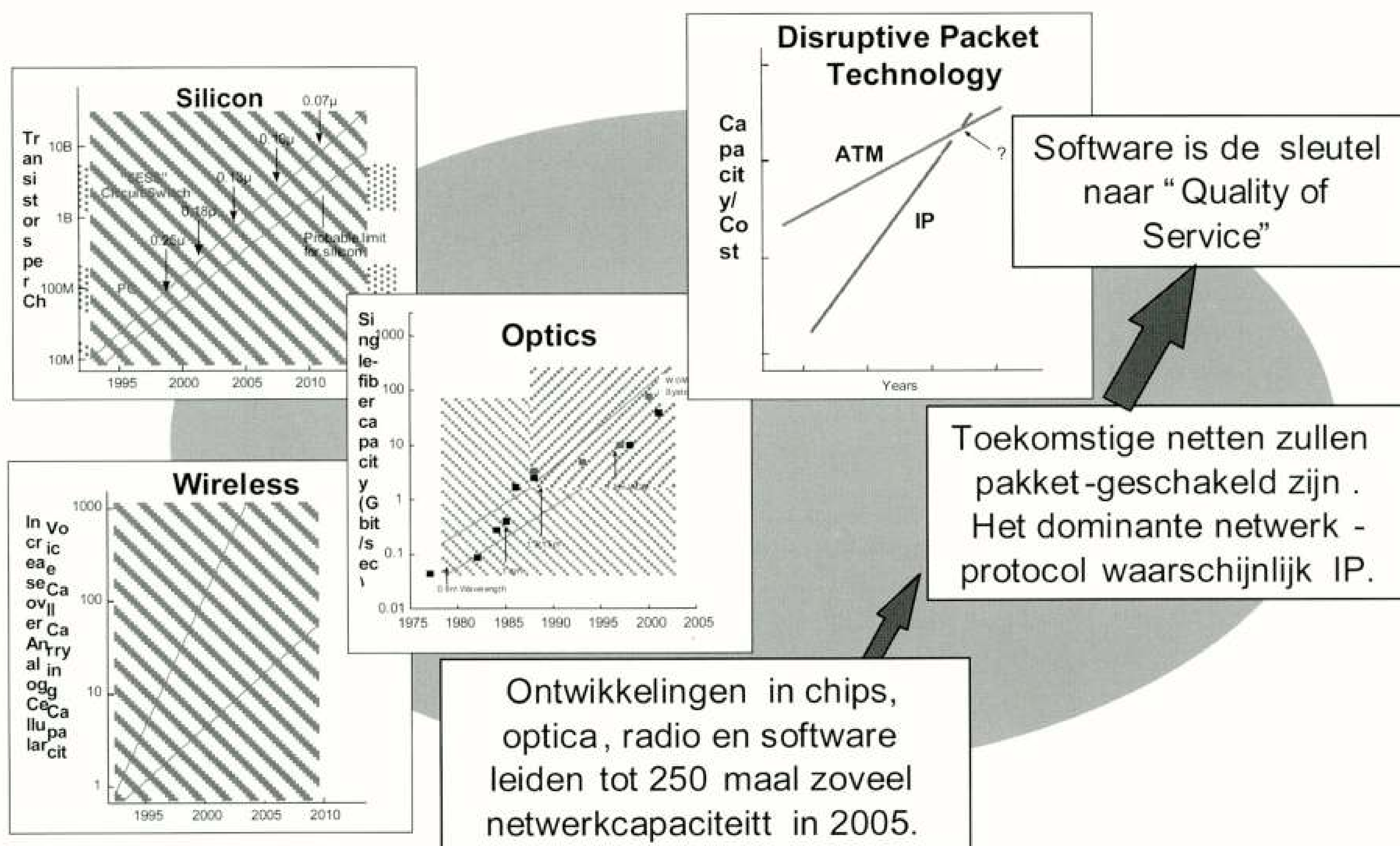


Bron : Merrill Lynch

2700 opkomende nieuwe spelers, waaronder Internet Service Providers, kabeltelevisiebedrijven, City Carriers etc.
Het zal niet ophouden, die geweldige groeiversnelling. Een van de hoofdoorzaken is de technologie. Nieuwe, 'disruptive technologies' veroorzaken een revolutie op het gebied van transportcapaciteit, snelheden en netwerkarchitectuur. De doorbraken, de discontinuïteiten vinden plaats in 4 belangrijke sectoren.
Allereerst op het gebied van de chiptechnologie, waar al jaren lang de Wet van Moore van toepassing blijkt: verdubbeling van de dichtheid (actieve elementen per mm^2) elke 18 maanden. De fysische grenzen van deze exponentiele ontwikkeling lijken pas in 2010 in zicht te komen.
Dan zijn er de doorbraken op het gebied van opto-elektronica. De ongeveer Moore's Law volgende capaciteitsvergroting van glasvezeltransport is nog eens in de versnelling geraakt door de toepassing van Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM), in combinatie met nieuwe typen glasvezel en verbeterde lasertechnologie. Dat leidt nu elke 12 maanden tot een verdubbeling van de bruikbare transportcapaciteit per vezel.

Ook op het gebied van de draadloze (radio-) communicatie wordt de beschikbare capaciteit steeds groter: de efficiëntie van het spectrumgebruik wordt verbeterd door digitale technieken en nieuwe coderingen, door kleinere cellen en verbeterde signaalverwerking. Bovendien worden steeds hogere frequenties bruikbaar, waardoor er meer frequentiespectrum beschikbaar komt voor communicatietoepassingen.
Tenslotte is er een revolutie gaande in de netwerkarchitectuur, als gevolg van de bovenstaande ontwikkelingen in combinatie met de kracht van software. Geleidelijk lijken alle vormen van communicatie door een netwerk te worden gerouteerd op basis van pakketschakeling in plaats van door het schakelen van circuits.

Een reeks van doorbraken



De snelle groei van het Internet en de flexibiliteit en bruikbaarheid van het Internet TCP/IP protocol dragen daar sterk toe bij. Maar ook de ontwikkeling en invoering van Asynchronous Transfer Mode (ATM) heeft een nieuwe wijze van netwerk denken mogelijk gemaakt en bevorderd. Het huidige IP protocol is nog niet volledig geschikt om alle vertrouwde circuitgeschakelde diensten (zoals spraaktelefonie) te vervangen met behoud van de aanvaarde kwaliteitsnormen. De combinatie van ATM en IP maakt dat wel mogelijk; maar er zijn ook in de definitie van IP ontwikkelingen gaande die het zullen doen evolueren naar het universele pakketgeschakelde netwerkprotocol. Dat dit mogelijk is, is deels een gevolg van de eerder genoemde 'hardware, (chips) ontwikkelingen, anderzijds door de ontwikkelingen in ('embedded') software toepassingen.

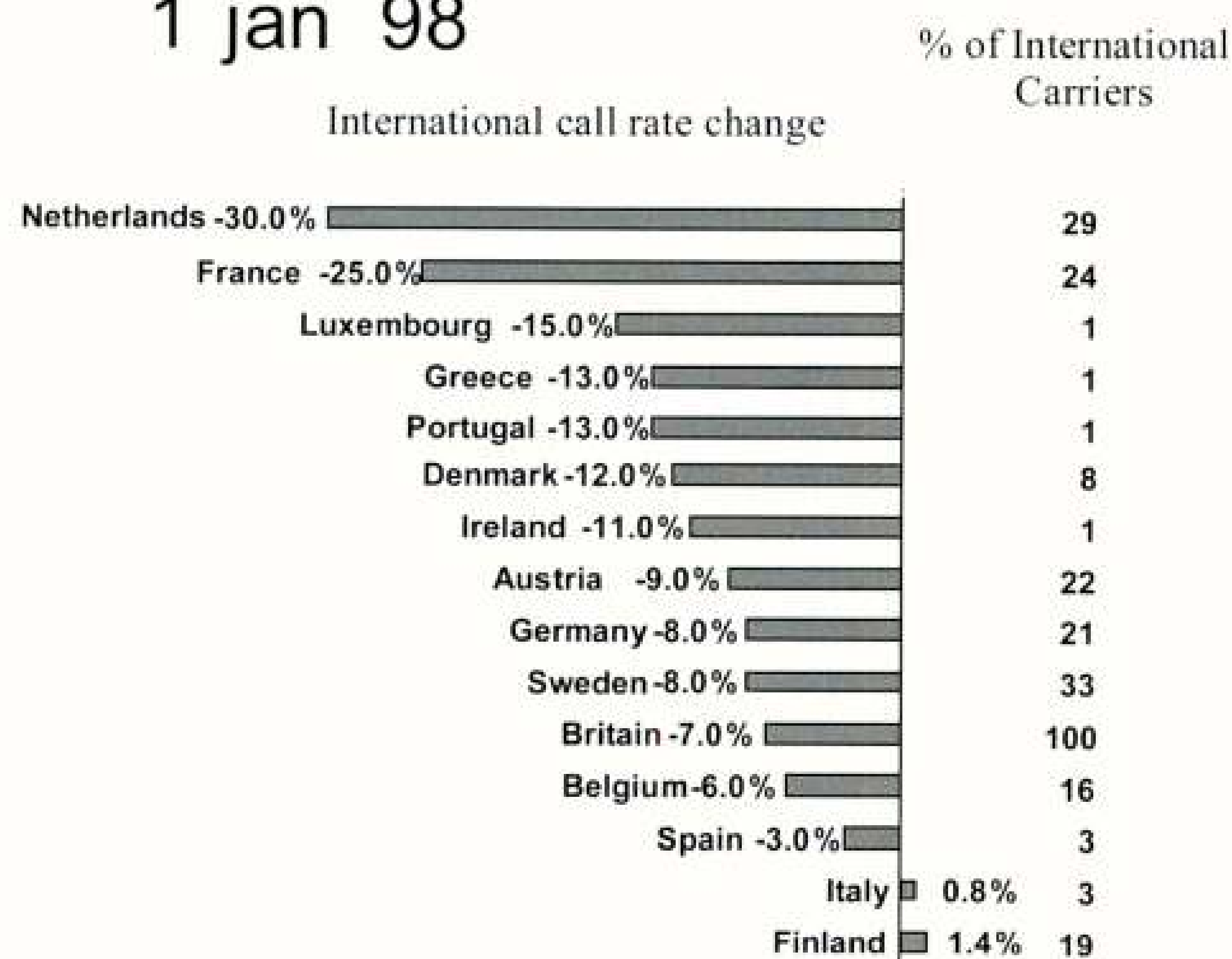
De capaciteitsexplosie

- Nu commercieel beschikbaar: 10 Gbits/s via een glasvezel
- Met "Dense Wavelength Division Multiplexing" of DWDM (meer kleuren licht) nu al 40 maal zoveel: 400 Gbit/s (nog steeds op één vezel...)
- Een CD is 650 Mbytes (zeg 5 Gbits): 400 Gbit/s is dan zo'n 80 CD's per seconde
- "Gewone" kabels hebben 64 en meer vezels
- In het lab wordt al ge-experimenteerd met 1000 Gbit/s per lambda (kleur) en met 1000 lambda's (kleuren) over een vezel
- Over 5 jaar vinden we 100 Terabit/s per vezel (dat is 100.000 Gigabit/s) misschien al gewoon.
- Qwest en Level 3 hebben samen in de US in 3 jaar meer capaciteit gelegd dan AT&T in de 100 jaar daarvoor.

De meeste aandacht wordt vandaag, en terecht, geschonken aan de 'capaciteitsexplosie' die plaats vindt in de transmissiecapaciteit van netwerken. Het gaat inderdaad ongelooflijk hard, zo hard dat het begrip revolutie gerechtvaardigd is. De huidige doorbraken veranderen namelijk ingrijpend de oude paradigma's en business modellen in de telecommunicatiemarkt. Systemen met 400.000 Megabit per seconde (400 Gbit/s) per vezel zijn vandaag commercieel beschikbaar (en operationeel). En systemen van meerdere Terabit/s komen binnenkort beschikbaar. (1 Terabit is 1000 Gigabit is 1 miljoen Megabit; een CD-ROM van 650 Mbytes bevat ca. 650 x 8 = 5200 Mbits, oftewel 5,2 Gbits).

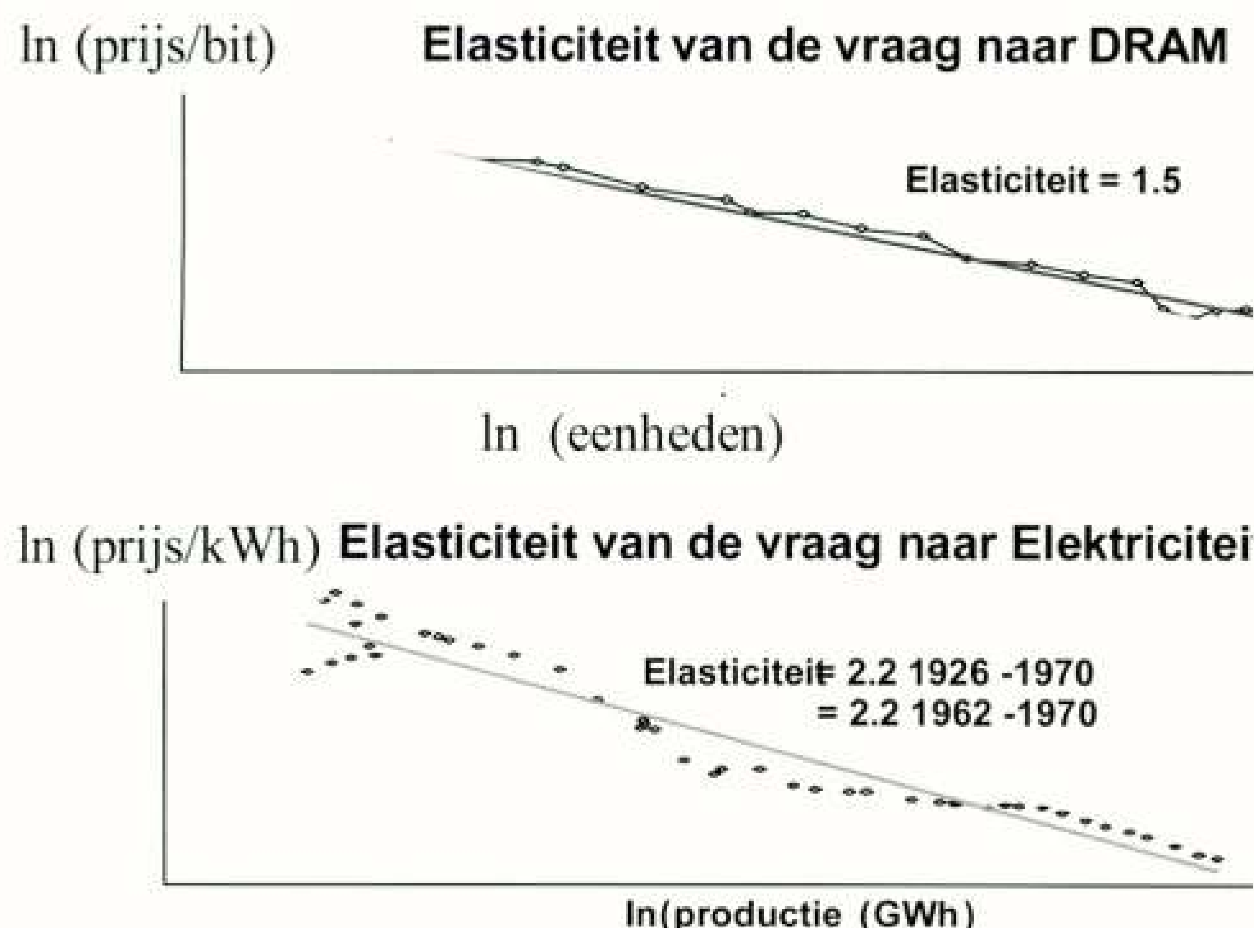
Deze doorbraken leiden tot een snelle prijsdaling van transportcapaciteit. De vraag is of dat niet zal leiden tot een erosie van de markt en een in zijn totaliteit afnemende opbrengst van informatietransport. Dat wordt niet verwacht, ten gevolge van de prijs-elasticiteit van de vraag naar transportcapaciteit.

Verandering in Europese internationale tarieven sinds 1 jan 98

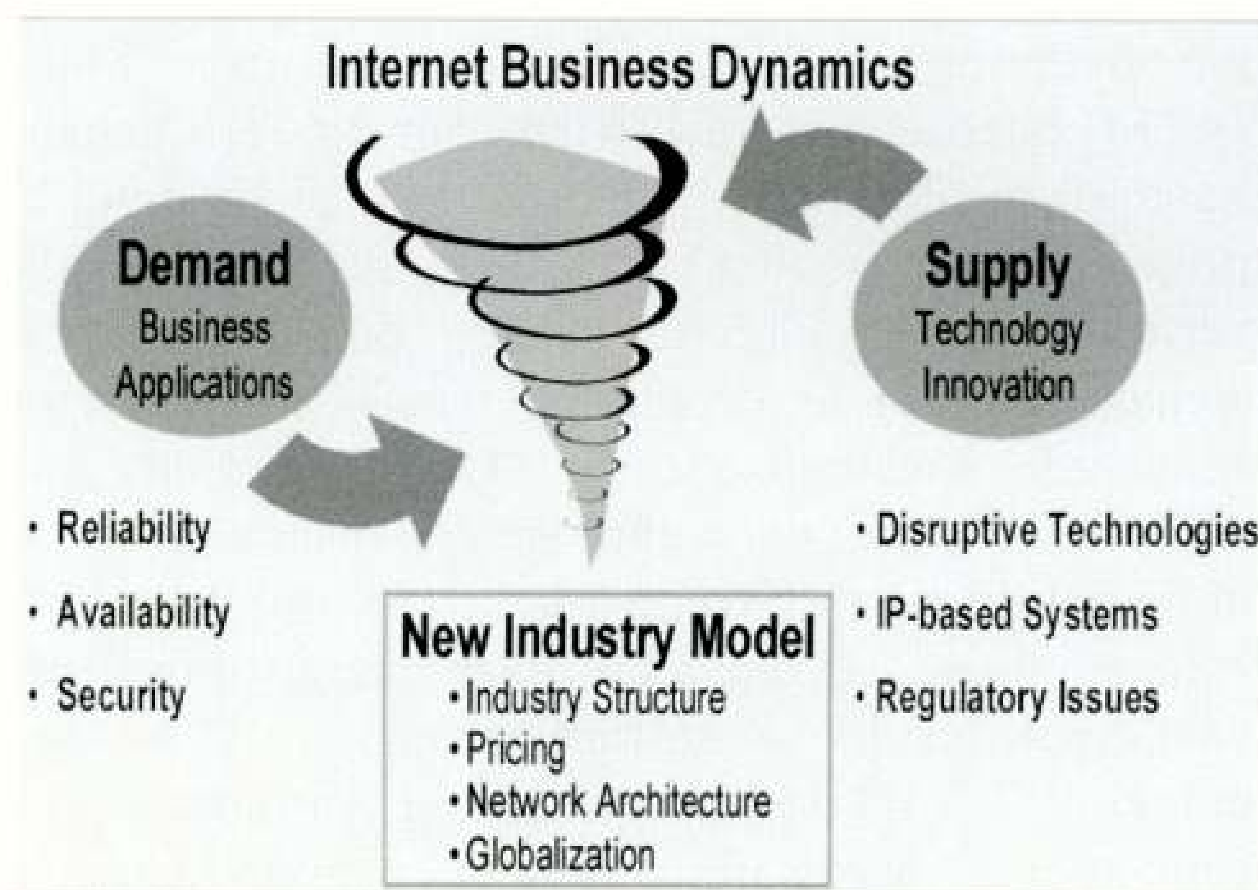


Vergelijkende studies van de prijs/vraagontwikkeling van elektriciteit en van dynamische geheugenchips (DRAMs) leveren elasticiteiten op van 1,5 tot 2,2. Dat betekent eenvoudig gezegd dat een prijsverlaging van 1% tot een vraagvergroting leidt van 1,5 tot 2,2%. Op basis van analyse van de huidige markt wordt voor informatietransport een elasticiteit verwacht van 1,5. Met andere woorden: ondanks prijsverlagingen zal de marktgroei leiden tot hogere totaalopbrengsten. Het is dan ook niet verwonderlijk dat er zeer vele nieuwe partijen zijn die in de markt stappen, en met de modernste netwerken een kostenvoordeel trachten te scheppen ten opzichte van de klassieke aanbieders (de PTT's). Die mede daardoor genoodzaakt zijn om de prijzen te verlagen en netten te moderniseren.

Prijsdaling zal worden overtroffen door vraagvergroting



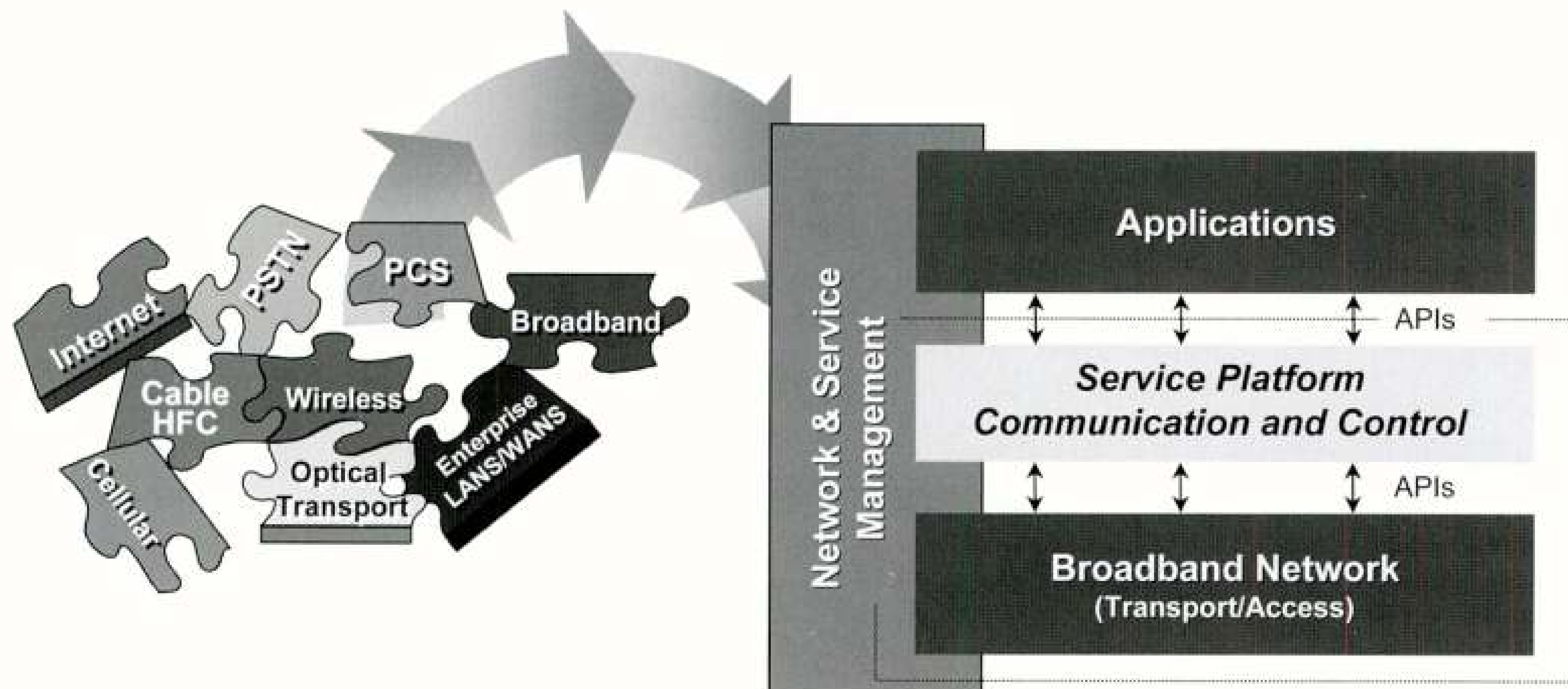
Een opwaartse spiraal



Sommigen verwachten dat de 'capacity glut' die lijkt te ontstaan tot grote ongelukken zal leiden. Maar meer waarschijnlijk is een versnelde modernisering enerzijds, en de vorming van grootschaliger verbanden van ondernemingen anderzijds. Al zijn kortstondige schokeffecten niet uit te sluiten.
Alvorens in te gaan op de mogelijke toepassingen het gebruik van deze snel goedkoper wordende en in grote hoeveelheden beschikbaar kopende 'bandbreedte' (zoals de transportcapaciteit doorgaans wordt aangeduid), wil ik eerst wat zeggen over de ingrijpende gevolgen die de beschreven technologiedoorbraken hebben op de netwerk-architectuur, de wijze waarop netwerken zullen worden heeft namelijk eveneens gevolgen voor zowel het gebruik en de uitbreiding van de gebruiksmogelijkheden als op de structuur van de markt van aanbieders van netwerken en netwerkdiensten.

Op dit moment zijn er al veel verschillende netwerken met verschillende technologieën en voor verschillende toepassingen. Het is niet alleen onrealistisch te verwachten dat deze op korte termijn zullen worden vervangen door nieuwe netten, het is ook niet logisch, omdat nu eenmaal sommige diensten andere voorzieningen eisen dan andere. Bovendien zal de toenemende concurrentie er toe leiden dat er eerder meer dan minder verschillende netweken zullen ontstaan. Maar al die netten en diensten zullen bij voorkeur wel met elkaar moeten kunnen samenwerken. En de nieuwe netwerk-architectuur zal meer dan ooit ruimte moeten geven aan innovatie en de voortdurende evolutie van de technologie moeten kunnen toepassen. De bestaande (en nog komende) netwerken kunnen worden ingepast in een netwerkmodel op basis van verschillende functies: het eigenlijke breedbandige netwerk voor toegang en transport; het platform voor diensten en besturing, de realisatie van verschillende applicaties en over het geheel het diensten- en netwerkbeheer. Tussen de verschillende functie-niveaus zijn bij voorkeur open interfaces gedefinieerd, zodat er een ontkoppeling mogelijk is van de ontwikkeling (en exploitatie) van de verschillende lagen. Dat bevordert de diversiteit en de innovatie, en de groei.

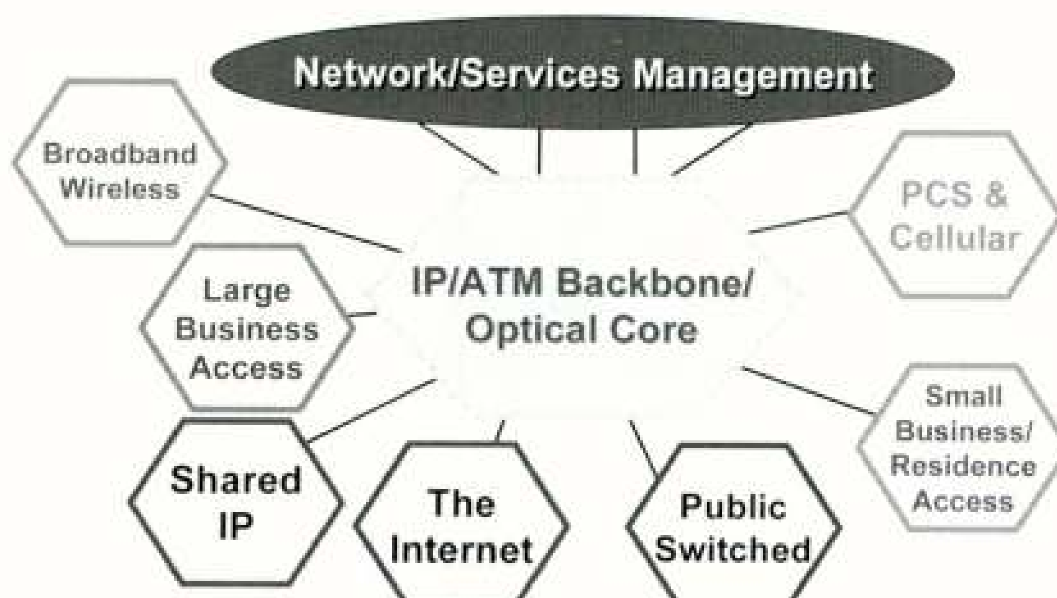
Netwerkmodel



Lucent Technologies hanteert als basisarchitectuur het Netwerk van Netwerken. Aan de kern van het, in de nabije toekomst volledig optische, backbone net zijn andere netwerken gekoppeld voor specifieke toegangstechnieken, voor specifieke applicaties. Daar hoort ook bij het bestaande geschakelde telefoonnet.

De netwerkdiensten en het netwerk- en dienstenbeheer gebeurt door netwerkmanagement systemen, 'feature servers', netwerk databases,

Netwerk van netwerken



internet servers etc. die met de backbone en via de backbone communiceren met de toepassings-netwerken. Het backbone netwerk zal daartoe in eerste instantie zijn uitgevoerd als een ATM-net, waarbij ATM als drager kan dienen voor allerlei andere protocollen, incl. IP. Wordt nu als transportlaag nog gebruik gemaakt van Synchronous Data Hierarchy (SDH), met name ten behoeve van het beheer, van netwerkherstelmogelijkheden bij uitval van delen en voor het eenvoudig kunnen in- en uitkoppelen van datastromen, in de nabije toekomst zal de optische laag direct worden gebruikt. Daarvoor zijn optische 'cross-connect' systemen, beheers-methoden en multiplexers in ontwikkeling.

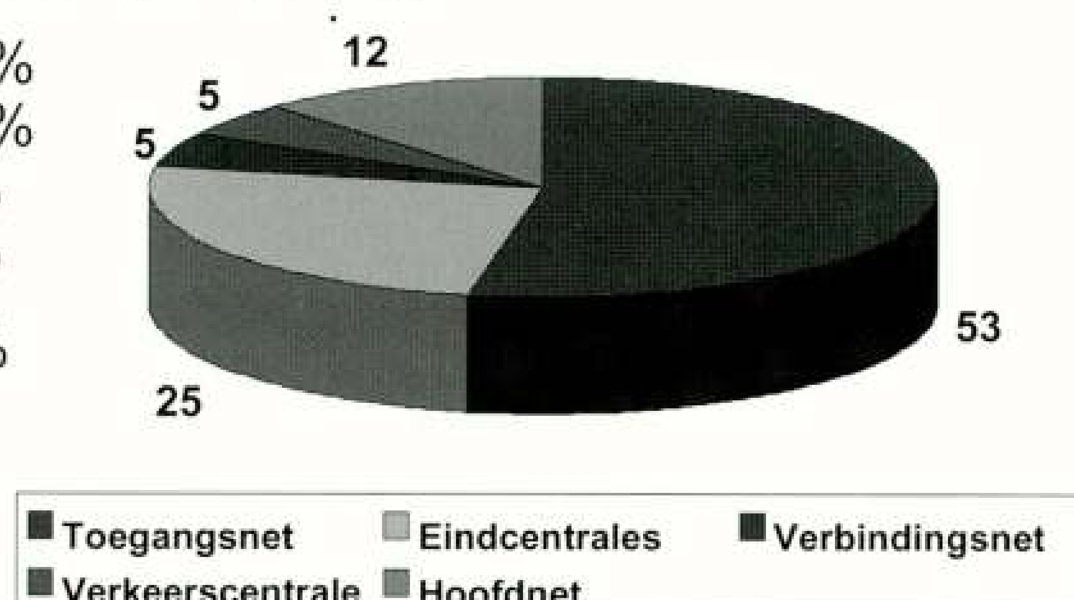
Zoals gezegd, een van de meest zichtbare effecten van de nieuwe technologieën is kostenverlaging. Gemini Consultants stelt dat (vandaag) het verzenden van 650 Mbytes (1 CD-ROM) van New York naar Londen via de telefoonlijn $27,08 kost, en per IP (Internet protocol) nog maar $1,68. Die fundamentele verandering in de kosten leidt onherroepelijk tot een verandering van de bedrijfsstructuur en van de waardeketens in de telecommunicatiemarkt. Daarbij moet men overigens wel bedenken dat de netwerkkosten een minderheidspercentage (sommigen schatten niet meer dan 15%) vormen van de totale bedrijfskosten van een operator.

Kostenverdeling

Voor een Amerikaanse operator gold de volgende kostenverdeling

- De netwerkkosten bedragen ca. 40% van detotale omzet
- Daarvan is de onderverdeling als volgt

Toegangsnetwerk	53%
Eindcentrale	25%
Verbindingsnet	5%
Verkeerscentrale	5%
Hoofdnet	12%



Een ander belangrijk aspect is dat van de toegang ('access'). De huidige explosie in capaciteit vindt voornamelijk plaats in de hoofdnetten, de backbones. Hetgeen de druk doet toenemen op het oplossen van de knelpunten in de toegang, door het toepassen van xDSL (verschillende vormen van Digital Subscriber Loop, de digitalisering en capaciteitsvergroting van de aanwezige lokale koperdraadverbinding voor telefonie), door het toepassen van korte afstand draadloze technieken (Wireless Local Loop), bijvoorbeeld in de 38 GHz band, en door het (eindelijk?) benutten van de breedbandige mogelijkheden van het kabeltelevisienet.

De nieuwe technologische mogelijkheden en daarmee samenhangende kostenverlagingen leiden zoals gezegd tot vraagvergroting. Wat doen we met al die capaciteit? Opnieuw blijkt het Internet hier een drijvende kracht. Kennelijk zijn er penetratiebarrieres genomen die leiden tot een opslingereffect in de groei van het gebruik en het aantal mogelijke toepassingen. Zelfs zonder gebruik als alternatief voor het spraaktelefonienet (het huidige Internet is daar in feite inherent ongeschikt voor) groeit de hoeveelheid gebruikers en verkeer dramatisch. Drijvend daarbij zijn de grote wens om van de traagheid verlost te worden, het toenemend gebruik van (bewegende) beelden, tot en met 'streaming audio en video' toe. En het mobiel gebruik zal naar verwachting zich snel verder ontwikkelen. Eerst via aanpassingen van GSM (GPRS, Global Packet Radio System), en over 2 a 3 jaar door invoering van UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) dat mobiel 2Mbit/s mogelijk moet maken. Overigens zal de hele mobiele communicatiemarkt zich explosief blijven ontwikkelen. Voor spraaktelefonie zal 'het mobieltje' steeds meer de vaste aansluiting aan vervangen. De verandering van 'aansluitingsgebonden' naar 'persoonsgebonden' communicatie vindt versneld plaats. Sommigen voorzien zelfs meer mobiele aansluitingen per persoon: voor zakelijk, privé en nevenfuncties bijvoorbeeld.

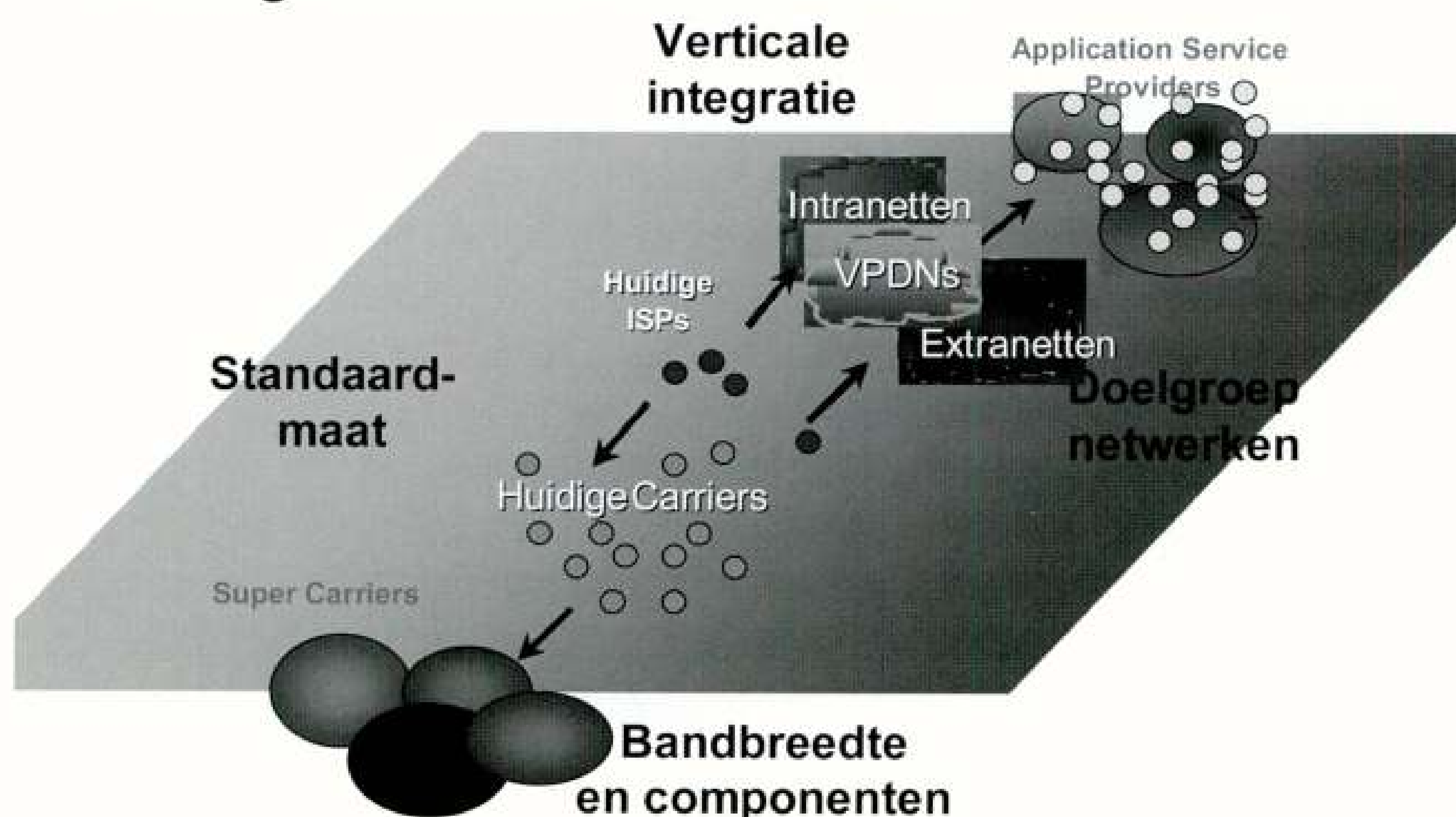
Het gebruik van het net voor e-commerce bevindt zich nog in de kinderschoenen. Net als het gebruik door bijvoorbeeld de huidige Service Providers en Network Operators om de klant meer grip te geven op hun dienstenpakket door ze dat zelf te laten definiëren via het Internet. Steeds meer zal het Internet ook worden gebruikt voor machine-machine communicatie. Huishoudelijk apparaten die permanent on-line zijn (of periodiek worden 'gepolled') zijn al geen science fiction meer. PC-applicaties worden network-based. Muziek wordt via het net gedistribueerd.

Wat er nog meer komt valt slecht te voorspellen: innovaties komen vaak uit een onverwachte hoek. Het Nederlandse Gigaport initiatief kan een belangrijke motor zijn voor de verdere ontwikkeling (ontdekking?) van nieuwe applicaties en helpt Nederland om aan de frontlijn te blijven van die ontwikkelingen en toepassingen. Het initiatief past ook perfect in de verandering van een op beheersing gericht, door vooraf gestelde condities gedreven, op lineair denken en het zoeken naar zekerheid gebaseerde ontwikkelmodel naar dat van een op leren gericht, door visie gedreven model waarin onzekerheid wordt aanvaard en dynamisch

systeemdenken wordt gebruikt. Het World Wide Web zelf is tenslotte oorspronkelijk ook ontwikkeld voor eigen gebruik door wetenschappers bij het CERN in Genève (Centre Européèn des Récherches Nucléaires), die naar alle waarschijnlijkheid geen idee hadden van de enorme invloed en baaierd aan toepassingen die daaruit is voortgekomen. Wat we wel zeker weten is dat het toenemende gebruik steeds hogere eisen zal stellen aan de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van het net. En dat het net zelf mede daardoor geleidelijk aan 'onzichtbaar' zal worden voor de gebruiker, die het pas merkt wanneer het er niet is.

De doorbraken in de technologie gaan gepaard met versnelde liberalisering. Door beide effecten worden de toegangsdrempels in de markt verlaagd, die, gecombineerd met de versneld groeiende vraag door het succes van Internet, leidt tot een andere explosie, namelijk van het aantal aanbieders van netwerken en netwerkdiensten.
Bovendien ontstaan er volstrekt nieuwe business modellen en prijsstructuren. Het meest de aandacht trekkend zijn de 'Free Internet' aanbiedingen die recent in Engeland op de markt zijn gekomen. Klanten kunnen daar bij sommige aanbieders geheel gratis internetten (zelfs de lokale inbelverbinding is gratis buiten de piekuren). De opbrengsten voor de Internet Service Provider komen uit de exploitatie van gerichte reclameboodschappen naar zijn klanten. De aanbieding is des te meer interessant, omdat het betreffende bedrijf de locale verbinding op basis van een groothandelstarief huurt van BT. En dus niet 'kruissubsidieert'! Of een dergelijk concept kan overleven, is uiteraard nog niet bekend, dat zal de tijd leren. Maar gerichte reclameverspreiding lijkt in ieder geval een belangrijke mogelijke bron van inkomsten voor ISP's en exploitanten van Portals op het Internet. Andere ontwikkelingen zijn die van het aanbieden van bundels van diensten (bundled services'), zoals Internet, telefonie en kabeltelevisie, Pay-Per-View of abonneetelevisie, mobiele diensten, berichtendiensten, transactiediensten etc.

Aan de netwerkkant daarentegen lijkt er steeds meer te worden 'unbundled', mede onder invloed van de regelgever die moet trachten in een markt waarin nog steeds grote netwerkexploitanten op basis van hun vroeger alleenrecht domineren, zo snel mogelijk te laten evolueren naar een 'normale' concurrerende en open markt. Vooralsnog leidt dat tot schaalvergroting en allianties. In eerste instantie bij die traditionele exploitanten (AT&T/BT/TCI, BellAtlantic/Nynex/GTE) maar in toenemende mate ook bij de nieuwe generatie (MCI/WorldCom, Global Crossing/Frontier/US West). Niet alles lukt daarbij (Telecom Italia/Deutsche Telekom) en er blijft nog veel schuiven. Daarnaast neemt het aantal nieuwe spelers in hoog tempo toe. Ook spelers die eigen netwerken bouwen. Sommigen richten zich daarbij op de capaciteitsmarkt (carrier's carrier, zoals. Carrier 1, UCS), anderen op de eindgebruiker (portals zoals AOL, Yahoo etc.). Er zijn bedrijven die de breedbandige toegang tot de groeiende goedkope capaciteit van de backbones als core business hebben (WinStar, BroadNet). En er zijn veel 'gemengde bedrijven', zoals MCI-WorldCom, Global Crossing, WorldPort etc.
Gezien de snel groeiende capaciteiten in de backbone en de lager worden prijzen en marges als gevolg daarvan, kunnen twee bewegingen worden verwacht: schaalvergroting van backbone carriers door verdergaande fusies en allianties enerzijds, en verlenging van de waardeketen richting eindgebruiker door het uitbreiden van de bediende marktsegmenten (van multinational naar MKB naar particulier) en diensten.



Capaciteitsuitbreidingen

• DT/FT	Breedbandig pan-Europees net 640 Gbit/s transatlantische kabel.
• MCI/Worldcom	Uitbreiding Europese backbone (bandbreedte) Nationale netten in Duitsland, Frankrijk, UK. Capaciteitsverdubbeling
• Global Crossing	Nieuw pan-Europees netwerk
• Oxygen	1,28 Tbits/s wereldomspannend 158.000 km, 78 landen
• BT	Pan-Europese SDH backbone
• Carrier 1	Pan-Europees netwerk
• BT/AT&T	Pan-Europese ATM backbone
• UCS	Pan-Europese backbone
• KPNQWest	Pan-Europees netwerk

- Versatel, Axxon, GTS/Esprit, Level 3, MFN, COLT, Broadnet, Winstar, Worldport etc. etc.

Dat proces van consolideren en specialiseren heeft ook zijn invloed op de Nederlandse markt. De kansen voor Nederland liggen daarbij vooral in de specialisatie: de ontwikkeling en (wereldwijde) exploitatie van specifieke applicaties en diensten ten behoeve van verschillende marktsegmenten. De aanwezigheid van een geavanceerde eigen Nederlandse infrastructuur en royale verbindingen met de rest van de wereld is daarvoor een essentiële voorwaarde. Gelukkig weten we ons met KPN (ondanks wat hick ups af en toe) en de zeer vele concurrenten (al zo'n 30!) goed gewapend. Regelgever, industrie, aanbieders en ontwikkelaars moeten echter op topniveau blijven opereren, willen we onze positie in het veld niet verliezen. We hebben een paar goede kernen, zoals het Telematica Instituut met TNO en CWI, die we verder moeten versterken en laten groeien. Grootste zorg vandaag is daarbij de beschikbaarheid van voldoende talent en opgeleiden op het gebied van de Informatie en Communicatie Technologie (ICT). Op dat terrein zijn vergelijkbare doorbraken nodig, als die hierboven zijn beschreven op het gebied van de technologie en de markt. Overheid en bedrijfsleven, universiteiten en instituten zullen hier tot ongebruikelijke en ongewone acties moeten komen.

Voordracht, gehouden tijdensNERG/PTO

Themabijeenkomst op 20 mei 1999

Curriculum Vitae van ir. P.P. 't Hoen

Paul 't Hoen studeerde elektrotechniek aan de Technische Universiteit Eindhoven en trad in 1972 in dienst bij het het Dr. Neherlaboratorium van PTT (nu KPN Research). Na een periode als docent aan de Universiteit van de Nederlandse Antillen en verscheidene banen binnen PTT op het gebied van kwaliteit, onderhoud en schakeltechniek, werd hij in 1985 lid van de directie van PTT Telecom. Zijn portefeuille omvatte de technologie, het nationale netwerk en de diensten, de inkoop en de gebouwen. In de periode 1986-1989 heeft hij bovendien actief bijgedragen aan de totstandkoming van de nieuwe Wet op de Telecommunicatievoorzieningen.

Van 1992-1995 was hij als directeur Corporate Development van Koninklijke PTT Nederland NV (KPN) verantwoordelijk voor de lange termijnstrategie van KPN en ontwikkelde hij nieuwe activiteiten zoals KPN Ventures, KPN Risicom, KPN Multimedia en KPN Kabel, later omgedoopt in Vision Networks. In die periode was hij ook voorzitter van de Beheerraad van KPN Research en coördineerde hij het informatie- en automatiseringsbeleid van het concern. Van Vision Networks, dat kabeltelevisienetten acquireerde en exploiteerde in Nederland, Engeland, Frankrijk, Polen en Tsjechië was hij vervolgens algemeen directeur tot 1 maart 1998.

Op die datum trad hij in dienst van Lucent Technologies EMEA (Europe, Middle-East, Africa) als Strategy Vice-President. In die positie draagt hij bij aan de verdere ontwikkeling en groei van Lucent Technologies als 's werelds grootste leverancier van apparatuur, programmatuur en diensten aan o.a. telecommunicatiebedrijven.

Naast zijn functie bij Lucent Technologies is hij commissaris bij Telematics Systems & Services BV te Gouda, bij PrimaCom AG te Mainz (Duitsland) en bij Amper SA in Madrid (Spanje).

Voorts is hij bestuurslid van de Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT) en van het Rathenau instituut.

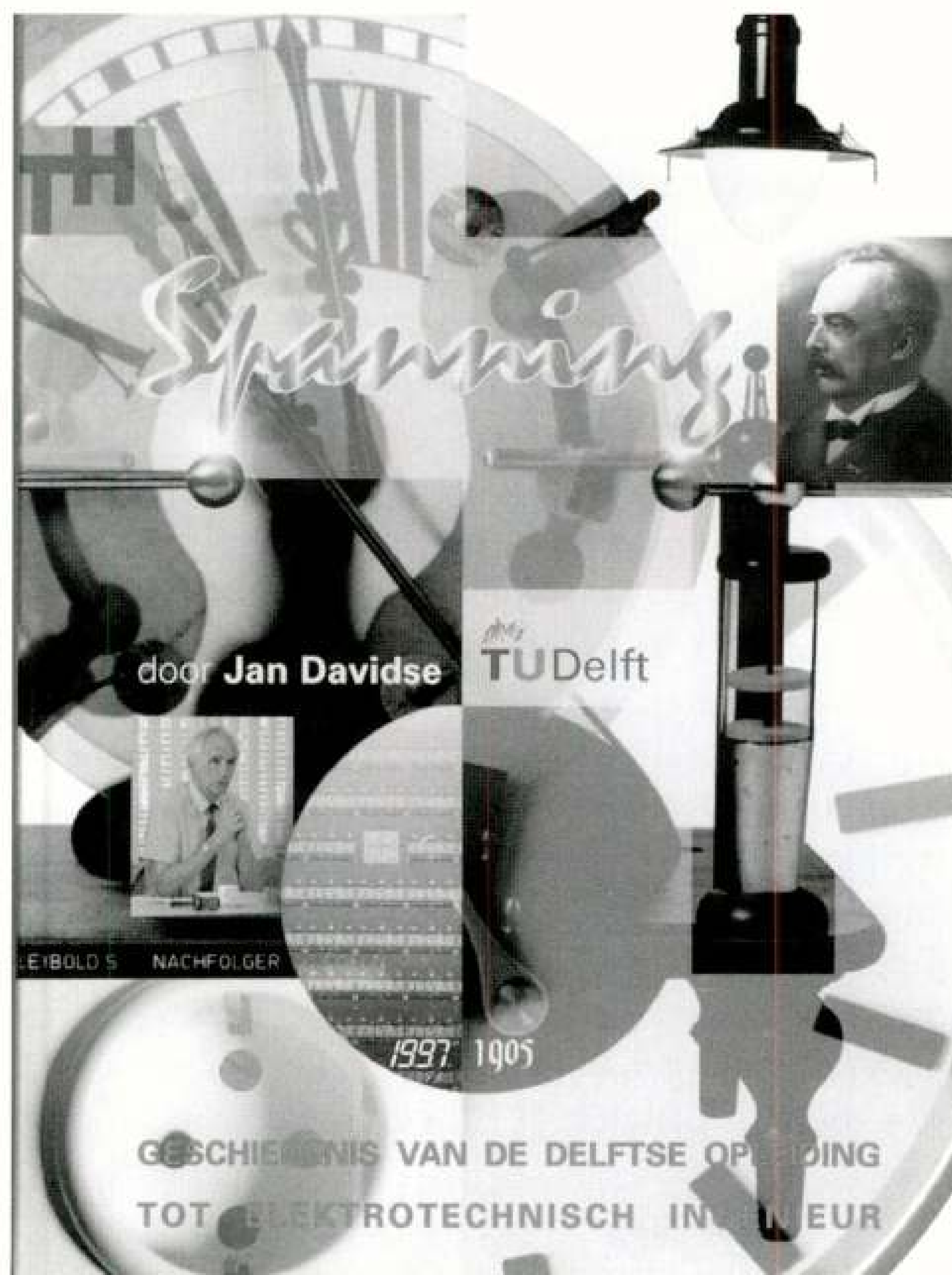
Deze voordracht werd ook gehouden tijdens het

NATIONAAL OVERLEG TELECOMMUNICATIE 1999 op 24 juni 1999 in het Nederlands Congres Centrum, Den Haag

BOEKBESPREKING

SPANNING
GESCHIEDENIS VAN DE DELFTSE OPLEIDING TOT ELEKTROTECHNISCH INGENIEUR

Prof. dr.ir. J. Davidse



Wellicht had iedereen die door studie of werk een band heeft met 'Elektrotechniek' stil gehoopt dat het eens zou gebeuren. Daarom is het verheugend, dat professor Davidse de geschiedenis van deze faculteit thans heeft willen vastleggen. Zoals men weet verzorgde hij vele jaren de elektronicavakken aan de TU Delft en had hij vele functies binnen de faculteit, van studerende tot lid van het college van dekanen. Door zijn participatie en kennis van het onderwijs en de techniek kon hij bronnen van binnenuit laten spreken, die voor vak-historici gesloten moeten blijven. Derhalve analyseert Davidse de gebeurtenissen gedurende de periode 1905-1997, zonder daarbij afstand van de materie te hoeven nemen. In 1905 begon in Delft de nieuwe 'Afdeeling der Elektrotechniek' met de opleiding tot elektrotechnisch ingenieur. Het gebouw Kanaalweg 2b kende aanvankelijk alleen leerstoelen voor resp. Algemene Theorie, Elektrische Metingen, Machines en Telegrafie. Sneller dan verwacht volgden meteen de vele (elektro-)technische vernieuwingen. Met name het onderwijs in de radio- en telefonie-techniek liep hierdoor een flinke achterstand op. De herstel-ingreep, aanscherping van de leerstof en formatie van aparte studierichtingen voor sterk- en zwakstroom, dateerde uit het begin van de jaren dertig. Voorts zijn 'Den Haag' en 's Lands economie steeds van invloed geweest. Moest er vóór 1940 en na 1980 duchtig worden bezuinigd, in de jaren zestig en zeventig kreeg de faculteit haar nieuwe hoogbouw aan de Mekelweg 4 en mochten leerstoelen, staf en laboratoria fors worden uitgebreid. Ondertussen begon het proces van de democratisering, personeel en studenten praatten voortaan mee.

De instroom van eerstejaars was altijd van groot belang voor de faculteit. De aantallen groeiden, doch konden sterk fluctueren. Academische promoties bij Elektrotechniek zag men in het begin maar zelden. Gericht wetenschappelijk onderzoek kwam langzaam op gang en dan nog in slechts enkele disciplines. De hedendaagse integrale promotie-cultuur ontstond pas in de jaren tachtig. In het boek wordt bijzondere aandacht besteed aan de historische ontwikkeling van de elektronenbuizen, de transistoren en de geïntegreerde schakelingen, als ook aan hun toepassingen in de informatie-technologie. Gezien de vakkennis van de auteur is dit geen toeval, want hij is een van de oprichters van DIMES, the Delft Institute for Micro Electronics & Submicron Technology. In zijn welbekende verteltrant heeft professor Davidse nu een historisch naslagwerk geschreven. Bijdragen van gewezen employés, beknopte biografiën van de eerste hoogleraren en anekdotische passages completeren deze terugblik over bijna honderd jaar. Last but not least kan men op alle bladzijden unieke foto's van personen of zaken bewonderen of er illustraties aantreffen. Voor elektrotechnici en voor mensen met goede eigen herinneringen aan 'Elektrotechniek' is dit dus een heel mooi boek.

Walter Schongs Werkgroep Geschiedenis der Electrotechniek TUD.

IEEE 1999 Edison Award
toegekend aan
Kees A Schouhamer Immink

Prof. Dr. Ir. K. A. Schouhamer Immink, lid van het NERG, de Benelux Sectie van de IEEE, het AES en de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen, viel de grote eer te beurt om de Edison Medal te ontvangen uit handen van de president van het Institute of Electrical and Electronics Engineers, Kenneth R. Laker.
Elk jaar vindt de zogenaamde IEEE Honors Ceremony plaats, waarbij verschillende prominente uitvinders en industrieleiders in het zonnetje worden gezet.
Dit keer vond deze ceremonie voor de eerste maal plaats in Europa en wel op 12 juni 1999 in het Banqueting House, Whitehall Palace te Londen, in de aanwezigheid van honderden genodigden, waaronder een delegatie van de IEEE Benelux Sectie.
De Edison Award is een van de hoogste onderscheidingen die door de IEEE wordt toegekend.
Kees kreeg deze onderscheiding "For a career of creative contributions to the technologies of digital video, audio and data recording".
De citatie luidt vervolgens: "Het is onmogelijk om digitale audio te horen of digitale video te zien die zijn werk niet weerspiegelt. Zijn contributies aan codeersystemen bracht de digitale video- en audio- revolutie met een sprong voorwaarts, door betrouwbare data opslag mogelijk te maken met tot dan toe ongedachte informatiedichtheden.
Dr. Immink's codeermethoden zijn fundamenteel voor de Compact Disc, CD-ROM, CD-I, Minidisc, CD-Video, DVD, digital compact cassette, digitale videorecorder, de optische digitale videorecorder en andere applicaties.
Hij heeft bijna 40 patenten op zijn naam staan betreffende door hem ontwikkelde codeersystemen.
Meer dan 30 jaar was Dr. Immink verbonden aan het Nat-Lab van Philips. Gedurende die tijd werkte hij in vele disciplines in verschillende researchgroepen, o.a. voor electronische-, optische- en magnetische-opnamesystemen.
Toen hij bij Philips kwam in 1971 verrichtten hij en zijn collega's enige van de eerste experimenten met optische videodisc-recording. Een paar jaar later was hij de technische leider in de onderhandelingen tussen Sony en Philips, die leidden tot de industriestandaard voor de CD".
Tot zover de officiële IEEE verantwoording voor de Edison Award.

Het is interessant om het volgende, voor Kees kenmerkende fragment uit zijn antwoord op onze felicitatiebrief te citeren:

"Waarde Hans,
Vriendelijk dank voor je brief waarin je me feliciteerde met de IEEE Edison Medal. Je begrijpt dat ik er zeer blij mee ben, want het is geweldig wanneer je door je elektrotechnische "peers" zo wordt beloond.
Ik heb eens op de IEEE website gekeken wie nog meer deze medaille heeft gekregen, maar dat maakte mij heel erg verlegen. De Edison Medal, begonnen in 1904, was DE medal van de AIEE, één van de twee voorgangers van de IEEE. Zo kregen Tesla, Westinghouse, Bell, Armstrong etc deze medaille. Opvallend weinig niet-Amerikanen hebben de Edison Medal in zijn lange geschiedenis gekregen, nl alleen Tellegen en nu ik.
Tja, tja.... ik hoop dat Tesla en de anderen zich niet omdraaien als ze horen dat in 1999 ......".
Na enige persoonlijke opmerkingen eindigt hij:
"Uiteraard zal ik de IEEE vlag hooghouden. Ik hoop je gauw weer eens te ontmoeten.
Groeten, Kees"

Momenteel is Kees Adjunct Professor aan het Institute for Experimental Mathematics, Essen, Duitsland. Ook geeft hij veel gastcolleges elders in de wereld.
Naast de hierboven genoemde onderscheiding heeft hij al eerder van de Audio Engineering Society (AES), de Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) en de IEE eerbetuigingen ontvangen.

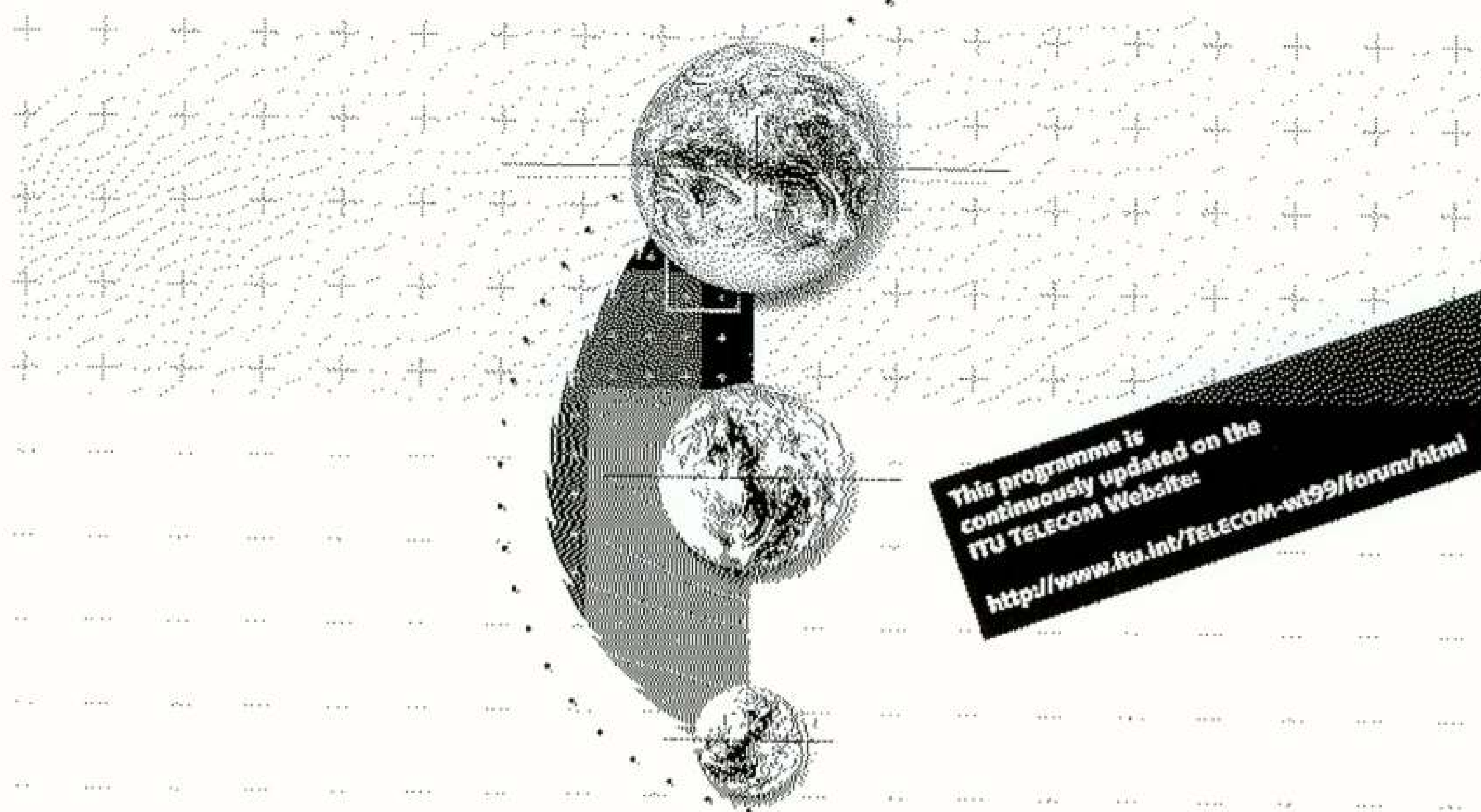
J. Noordanus

UIT HET NERG

LEDENMUTATIES

Nieuwe adressen van leden:

E. Berghuijs	Rijkebuurtstraat 23A	4611 GZ	Bergen op Zoom
ir. E.A. de Boer	Claudiagaarde 1	1403 JN	Bussum
ir. T. Borst	Prof.Ritzema Boslaan 68	3571 CT	Utrecht
dr.ir. W.M.C. Dolmans	Koolwitjelaan 2	5691 RN	SON
dr.ir. G.R. Langereis	Dukaatstraat 13	5611 TW	Eindhoven
M.V. Rijnsburger	Kerkstraat 95-6	6543 KH	Nijmegen
ir. A.B. van der Scheer	2e Oosterstraat 7	1211 LG	Hilversum
ir. K.J. van Staalduinen	Plaswijcklaan 44	3054 CP	Rotterdam





Geneva, 10-17 October

Inter@ctive 99

WHAT TO SEE AND DO AT TELECOM 99 + INTERACTIVE 99

TELECOM 99 + INTERACTIVE 99 will present a wealth of information to visitors, both in the world's most influential telecoms Exhibition and in its most highly regarded Forum. Much of what you can see at the Exhibition will be discussed in the Forum, and vice versa. Finally, to close the event, make sure you don't miss the World TELECOM Internet Days.

The Exhibition

Mobile Telephony
Fixed-Mobile Convergence

The Internet

Computers and IT in Telecoms
Intelligent Networks

Converged and Value Added Services

Satellite Systems

Cable

Other New Technologies

The Forum

- The Policv and Regulatorv Summit
- The Infrastructure Summit (Networks and Systems)
- The Interactive Summit (Services and Applications.
- The TELECOM Development Summit
- The TELECOM 99 + INTERACTIVE 99 Forum

World Telecom Internet Days

Cursus aankondigingen

PATO

- Elektro-Magnetische Compatibiliteit
  11-12, 18-19 en 25-26 november 1999
  in Eindhoven (Philips Research)

- Digitale Modulatie
  1, 8, 15, 22 november 1999 in Eindhoven

- Hardware Specificatie en Ontwerpen m.b.v. VHDL
  24-25 november en 1-2 december 1999
  in Enschede (Universiteit Twente)

- Satellietcommunicatie
  18-19, 25-26 november en 2-3 december 1999
  in Eindhoven (TU Eindhoven)

- High End Machine Design
  15 oktober 1999 in Eindhoven

- Internet Security
  22 - 24 november 1999
  in Enschede (Universiteit Twente)

- Basiscursus Antennetechniek
  3 dagen in december 1999 in Eindhoven

- Neuro Control
  22 - 24 november 1999
  in Enschede (Universiteit Twente)

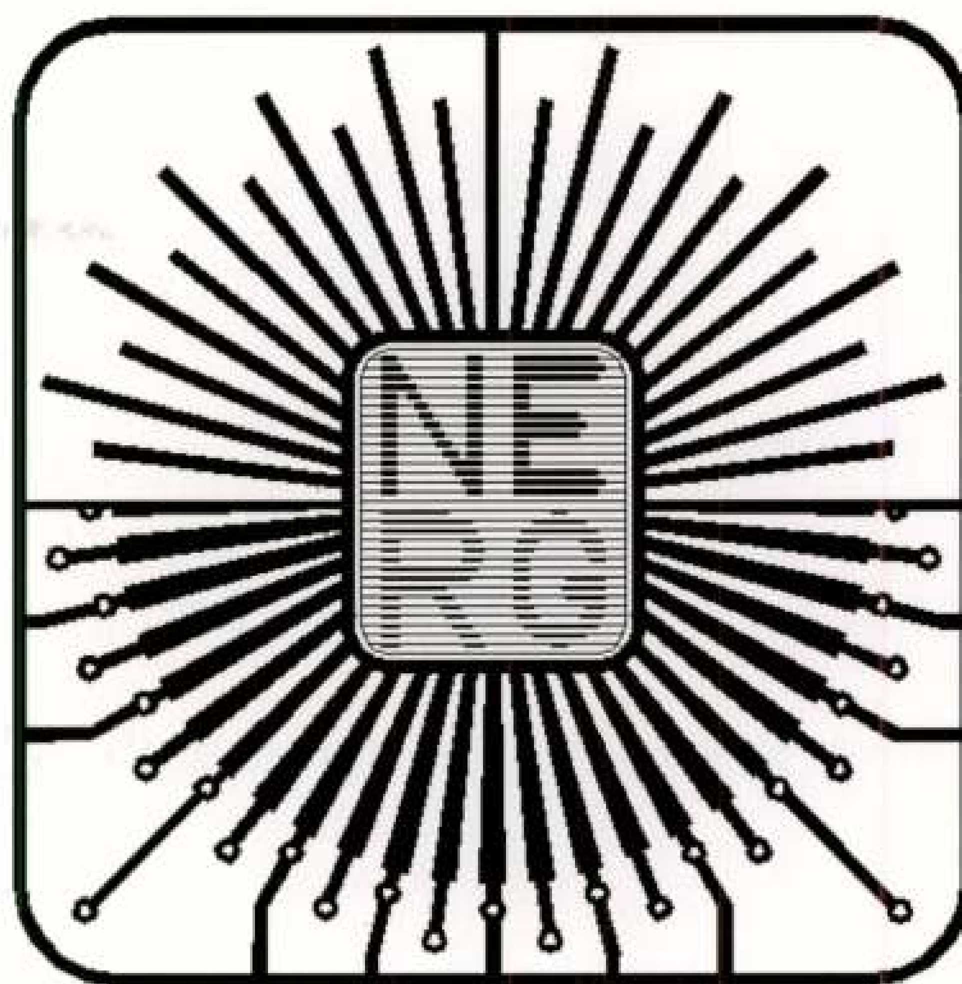
- Quick Scan, een blik op uw bedrijf
  20 oktober en 1 december 1999 in Eidhoven

- Analytische Productontwikkeling
  25 oktober en 8, 15 november in Bunnik

- Juridische Aspecten van Productontwikkeling
  28 oktober 1999 in Amersfoort

- Risicomanagement in het Onderhoud
  11 november 1999 in Arnhem

Contactadres: Stichting PATO
Postbus 30424, 2500 GK Den Haag
tel: 070 3644957
fax: 070 3562722
e-mail: info@pato.nl, http://www.pato.nl



TOPTECH Studies TU Delft

Managementcursus Interactieve Telecomdiensten
Blok 1: 28 en 29 oktober 1999
Blok 2 : 15, 16 en 17 december 1999
Blok 3: 26, 27 en 28 januari 2000
Blok 4: 17 en 18 februari 2000

Contactadres:Top Tech Studies
Postbus 612, 2600 AP Delft
tel: 015 278 80 19
fax: 015 278 10 09
e-mail: secr@toptech.tudelft.nl

Conferenties

International workshop on low power RF integrated circuits

19 – 20 oktober 1999
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

Contactadres:
Dr. Catherine Dehollain
EPFL, LEG, ELB Ecublens
CH-1015 Lausanne, Switzerland
Tel: +41 21 693 39 75
Fax: +41 21 693 36 40
e-mail: daniele.gallay@epfl.ch

Correspondentie-adres: Postbus 39, 2260 AA Leidschendam.
Gironummer 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam.

nederlands elektronica- en radiogenootschap

HET GENOOTSCHAP

Het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap (NERG) is een wetenschappelijke vereniging, welke zich ten doel stelt de kennis en het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de elektronica, signaalbewerking, communicatie- en informatietechnologie te bevorderen, en de verbreiding en toepassing van die kennis te stimuleren.
(Internet WWW-site: www.nerg.nl)

BESTUUR

LIDMAATSCHAP

Voor lidmaatschap wende men zich via het correspondentieadres tot de secretaris. Het lidmaatschap van het NERG staat open voor hen, die aan een universiteit of hogeschool zijn afgestudeerd en die door hun kennis en ervaring bij kunnen dragen aan het genootschap. De contributie wordt geheven per kalenderjaar en is inclusief abonnement op het Tijdschrift van het NERG en deelname aan vergaderingen, lezingen en excursies.
De jaarlijkse contributie bedraagt voor gewone leden *f* 75,- en voor studentleden *f* 39,-. Bij automatische incasso wordt *f* 3,- korting verleend.
Gevorderde 1e fase studenten en 2e fase studenten aan een technische universiteit komen in aanmerking voor het student lidmaatschap en kunnen daartoe contact opnemen met de contactpersoon op hun universiteit.
In bepaalde gevallen kunnen ook andere leden, na overleg met de penningmeester, voor een gereduceerde contributie in aanmerking komen.
De contributie is inclusief abonnement op het Tijdschrift van het NERG en deelname aan vergaderingen, lezingen en excursies.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt gemiddeld vijf maal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en de telecommunicatie. Auteurs, die publicatie van hun artikel in het tijdschrift overwegen, wordt verzocht vroegtijdig contact op te nemen met de hoofdredacteur of een lid van de Tijdschriftcommissie.

Het jaarabonnement van het tijdschrift bedraagt *f* 75,-

TIJDSCHRIFTCOMMISSIE

ISSN 03743853
Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap